

TUTKIMUSSELOSTUS

KUUSANKOSKEN UIMAHALLI
UIMA-ALLASTILOJEN KOSTEUSRASITETTUIJEN
BETONIRAKENTEIDEN KUNTOTUTKIMUS

4.10.2021



TIIVISTELMÄ

Kosteusrasitettujen betonirakenteiden kuntotutkimus sisälsi Kuusankosken uimahallin betoni- ja pintarakenteiden perustutkimuksen. Allastilojen tutkimusten yhteydessä rakennukseen tehtiin myös rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus, joka raportoitiin erikseen.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden kunto, näiden vauriot, vaurioitumisen syyt sekä laajuus, ja arvioida rakenteiden jäljellä oleva käyttöikä sekä esittää rakenteiden tarvittavat korjaustoimenpide-ehdotukset.

Tutkittujen rakenneosien betoni sekä rakenteet ovat käyttöikänsä suhteutettuna hyväkuntoista ja täyttävät niille asetetut vaatimukset, eikä rakenteissa ole riskiä rakenteiden merkittävästä vaurioitumisesta lähivuosina. Kohteessa ei todettu kiireellisiksi todettavia toimenpidetarpeita. Uimahallin allasrakenteilla on edellisen peruskorjauksen jälkeistä teknistä käyttöikää takana jo 26 vuotta, joten teknisen käyttöiän puolesta allasrakenteiden peruskorjaus tulisi ajankohtaiseksi seuraavan 5 vuoden aikana.

Lasten altaan seinärakenteessa todettiin kohtalainen alkalikiviainesreaktio (AKR) yhdessä näytteessä. Monien näytteiden ja analyysien joukossa todettu AKR on yksittäinen löytö, eikä muissa allasrakenteiden ohuthieanalyyseissa todettua alkalikiviainesreaktiota. AKR:n etenemistä on vaikea ennustaa. Tämä perustuu siihen, että reaktio edellyttää toteutuakseen tietyn alkalitason, tietyn reaktioherkkyyden omaavan kiviaineksen ja tietyn kosteustason. AKR:n jatkuessa pitkään, betoniin syntyy halkeilua reagoineisiin kivirakeisiin ja ympäröivään sementtikiveen. Reaktiossa syntyvä geeli saostuu huokosiin ja halkeamiin ja aiheuttaa paisuntaa, joka voi edelleen aiheuttaa muodonmuutoksia ja paisuttaa ja rikkoa betonia. Käytännössä pitkälle edennyt AKR näkyisi esim. laattojen halkeiluna ja irtoiluna. Kyseiset laattavauriot voivat johtua myös muista syistä. Alkalireaktion kannalta on huomattavaa, että kun kiviaineksen joukossa ollut reaktiivinen ainesosa on reagoinut tai kun alkalitaso reaktion seurauksena muuttuu, niin reaktio pysähtyy. Samoin, jos betonin kosteustaso saadaan laskettua alle 85% RH:n.

Havaitut vauriot voidaan pääosin korjata siten, että vaurion aiheuttama mekanismi estetään tai pysäytetään esimerkiksi rakenteen rasiustasoa alentamalla, ja näin voidaan jatkaa rakenteen käyttöikää. Näin voidaan toimia myös havaitun alkalikiviainesreaktion osalta. Oikein valituilla ja toteutetuilla korjaustoimenpiteillä voidaan runkorakenteiden käyttöiän olettaa olevan korjaustöiden jälkeen vielä ainakin 15–30 vuotta.

Uimahallin allastilojen peruskorjaushanke suositellaan käynnistettäväksi teknisen käyttöiän puolesta hankesuunnittelulla seuraavan 5 vuoden kuluessa. Hankesuunnitelmassa esitetään korjausten tekniset, taloudelliset ja ulkonäköä koskevat vaatimukset. Hankesuunnittelun jälkeen tehdään varsinainen toteutussuunnittelu. Korjaustoimenpiteiden toteutus suositellaan tehtäväksi heti korjaussuunnitelmien valmistumisen jälkeen, jolloin mahdolliset vaurioiden etenemiset voidaan pysäyttää ja rakenteiden käyttöikä jatkaa.

Sisälllys

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Yleistiedot..... | 4 |
| 1.1 | Kohde ja tilaaja..... | 4 |
| 1.2 | Tekijä ja ajankohta..... | 4 |
| 1.3 | Tutkimuksen tavoite ja rajaukset..... | 4 |
| 1.4 | Lähtötiedot..... | 5 |
| 2 | Kohteen kuvaus..... | 5 |
| 3 | Tutkimusmenetelmät..... | 10 |
| 4 | Iso uima-allas (25 m)..... | 11 |
| 4.1 | Rakenteet..... | 11 |
| 4.2 | Havainnot..... | 12 |
| 5 | Lastenallas..... | 15 |
| 5.1 | Rakenteet..... | 15 |
| 5.2 | Havainnot..... | 16 |
| 5.3 | Laboratoriotutkimukset, 25 m allas ja lasten allas..... | 18 |
| 5.4 | Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset..... | 24 |
| 6 | Allashuone, tasopinnot..... | 26 |
| 6.1 | Rakenteet..... | 26 |
| 6.2 | Havainnot..... | 28 |
| 6.3 | Laboratoriotutkimukset, Allashuoneen tasopinnot..... | 31 |
| 6.4 | Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset..... | 33 |
| 7 | Kantava runko, pilarit..... | 34 |
| 7.1 | Rakenteet..... | 34 |
| 7.2 | Havainnot..... | 37 |
| 7.3 | Laboratoriotutkimukset, Pilarit..... | 37 |
| 7.4 | Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset..... | 39 |
| 8 | Ulkoallas..... | 40 |
| 8.1 | Rakenteet..... | 40 |
| 8.2 | Havainnot..... | 41 |
| 8.3 | Laboratoriotutkimukset, Ulko-allas..... | 42 |
| 8.4 | Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset..... | 44 |
| 9 | Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä..... | 45 |

1 Yleistiedot

1.1 Kohde ja tilaaja

Kohde

Kuusankosken uimahalli
Uimahallintie 8
45700 Kuusankoski

Tilaaja

Kouvolan kaupunki, Tilapalvelut
Torikatu 10, 4. krs
45101 Kouvola

Yhteyshenkilö

Rakennuttajainsinööri Katja Ahola
katja.e.ahola@kouvola.fi

1.2 Tekijä ja ajankohta

Tekijä

Vahanen Lappeenranta
Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Koulukatu 11, 2. krs
53100 Lappeenranta

Yhteyshenkilöt:

Timo Suhonen
puh. 044 768 8319
timo.suhonen@vahanen.com

Projektinnumero: LAFY464

Tutkimusajankohta

Tutkimukset kohteessa toteutettiin 5.7.2021.

1.3 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset

Tutkimuksen toimeksianto sisälsi Kuusankosken uimahallin uima-allastilojen kosteusrasitettujen betonirakenteiden kuntotutkimuksen ns. perustutkimuksen mukaisella laajuudella.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää:

- Pintarakenteiden kunto
- Allastilojen kosteusrasitettujen betonirakenteiden kunto sekä niiden vauriot, syy ja laajuus
- Rakenteiden jäljellä oleva käyttöikä
- Korjaustoimenpide-ehdotukset

Tutkimuksen arviot ja johtopäätökset perustuvat aistinvaraisiin tutkimuksiin sekä betonirakenteista pistokoeluontoisesti otettuihin näytteisiin sekä niiden pohjalta tehtyihin kokemusperäisiin havaintoihin.

1.4 Lähtötiedot

Tutkimusta varten oli käytettävissä seuraavat asiakirjat:

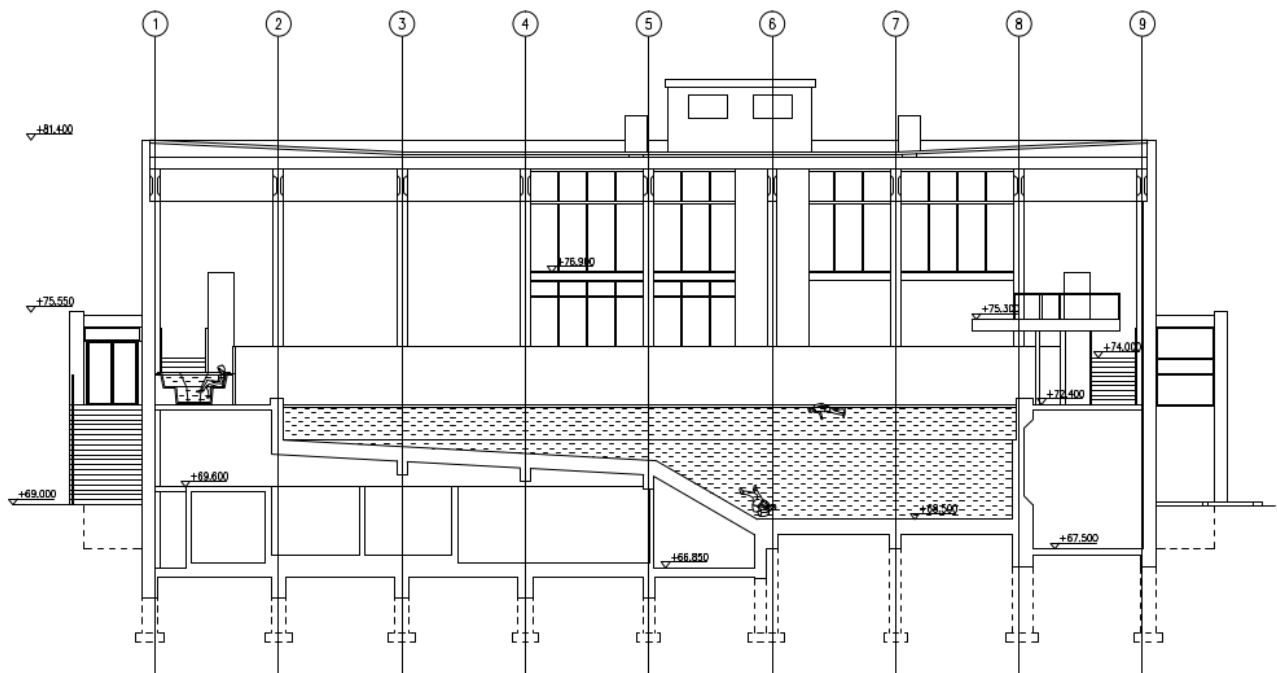
- Peruskorjauksen rakennusselitys v. 1995
- ARK-pohjakuvat ja -leikkaukset v. 2007
- Peruskorjauksen rakennesuunnitelmia ja rakennusselitys v. 1995
- Rakennetyypit, ei vuosilukua
- Kellarin betonipilareiden kuntotutkimus 31.1.2020, Vahanen Rakennusfysiikka Oy
- Kuntoarvio 14.9.2016, Oy Insinööri Studio

2 Kohteen kuvaus

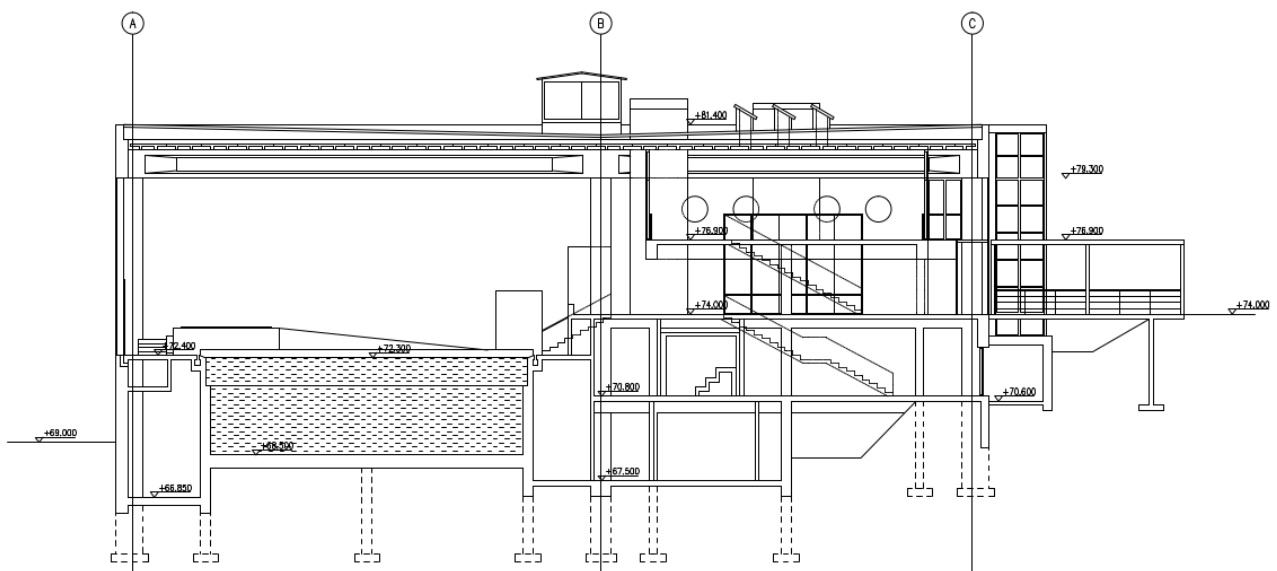
Kuusankosken uimahalli on rakennettu vuonna 1970. Se on peruskorjattu vuonna 1995. Rakennus sijaitsee rinteessä ja siinä on kaksi maanpäällistä kerrosta ja kaksi kellarikerrosta. Rakennuksen bruttoala on n. 2800 m² ja tilavuus n. 15 300 m³.

Allastilat (25 metrin allas + hyppytaidot ja lastenallas) on peruskorjattu vuonna 1995, samalla on asennettu poreallaselementti. Lähtötietojen mukaan lastenallas on saneerattu myös vuonna 2011. Allastilat sijaitsevat rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Ensimmäisessä kerroksessa on lisäksi sisääntulon aulatilat, tilaussaunat sekä pieni kuntosali. Pohjakuvissa kyseisen kerroksen tilat ovat numeroitu alkamaan numerolla 2. Toisessa kerroksessa (3-alkuiset tilanumerot) on kahviotilat ja toimisto. Ensimmäisessä, osittaisessa kellaritasossa (1-alkuiset tilanumerot) on pukeutumis- ja pesuhuoneet. Alimmassa kellarikerroksessa (0-alkuiset tilanumerot) on uima-altaiden huoltilat, henkilöstötiloja ja IV-konehuone sekä muita teknisiä tiloja. Rakennuksen pihalla sijaitsee käytöstä poistettu ulkoallas.

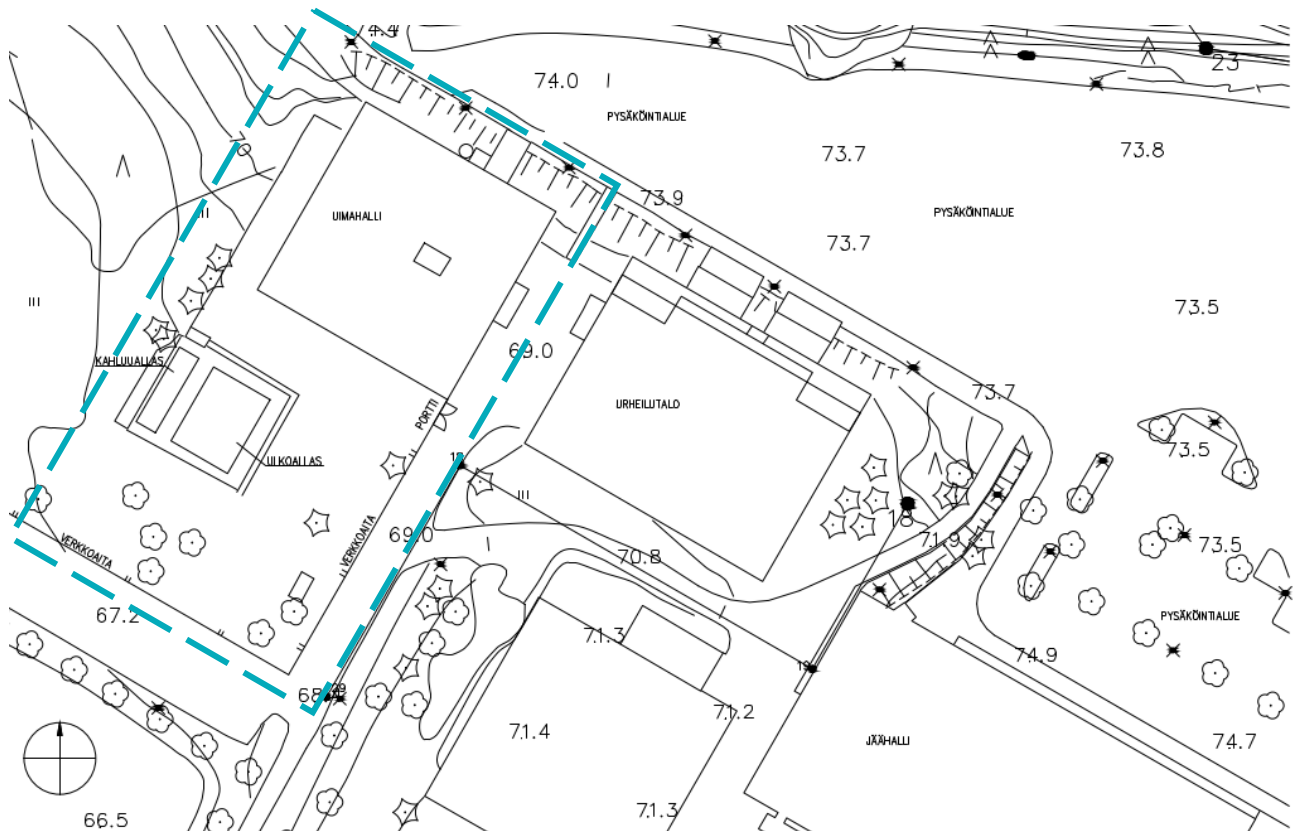
Uimahalli on perustettu maanvaraisten pilarianturoiden varaan. Rakennuksen kantavat rakenteet ovat pilari-palkkirakenteita. Ulkoseinät ovat pääosin muurattuja tiiliseiniä, joissa on mineraalivillaeristys. Yläpohjarakenteena on betonipalkkien varaan tuettu TT-laatasto.



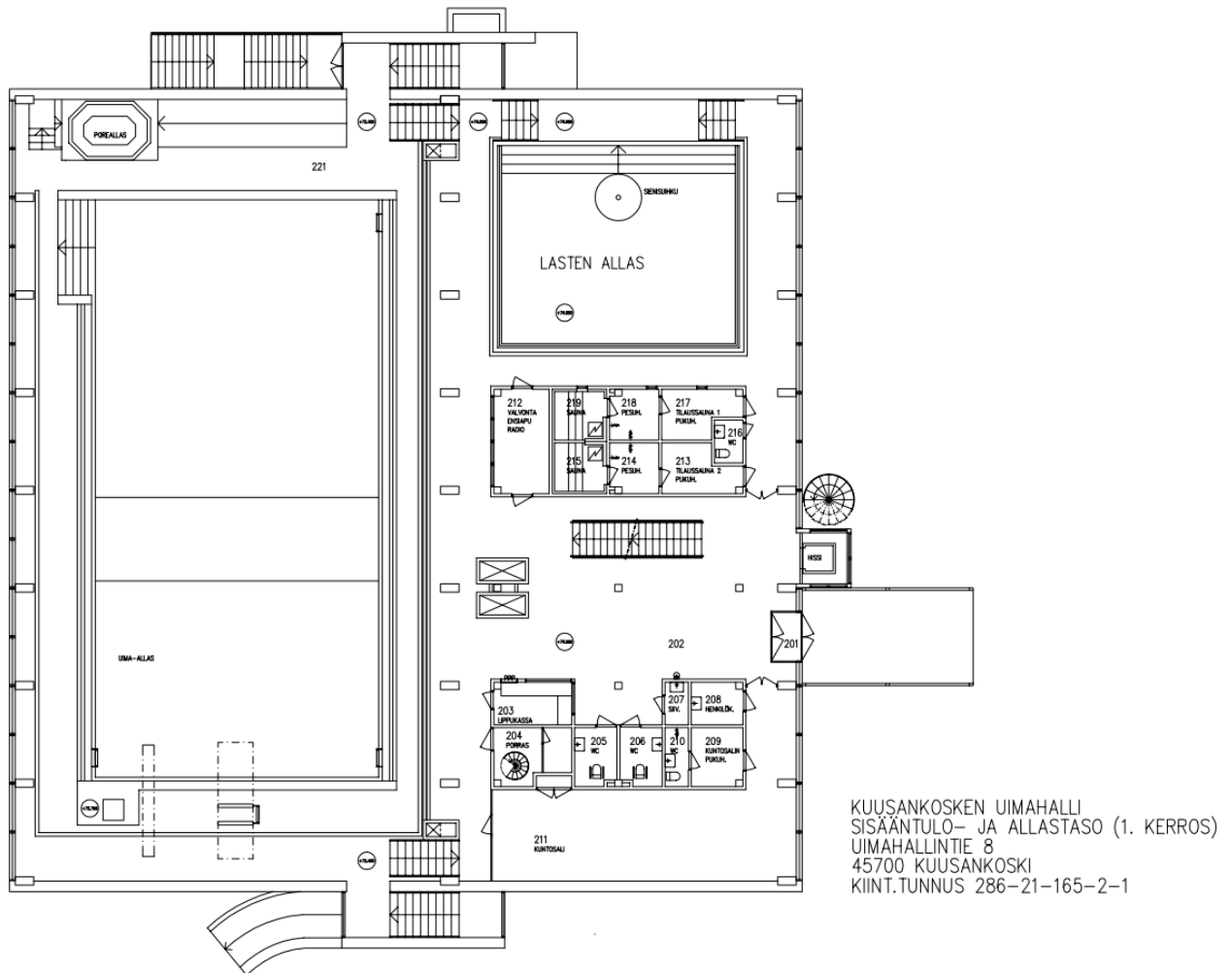
Kuva 1 Yleisleikkaus A-A.



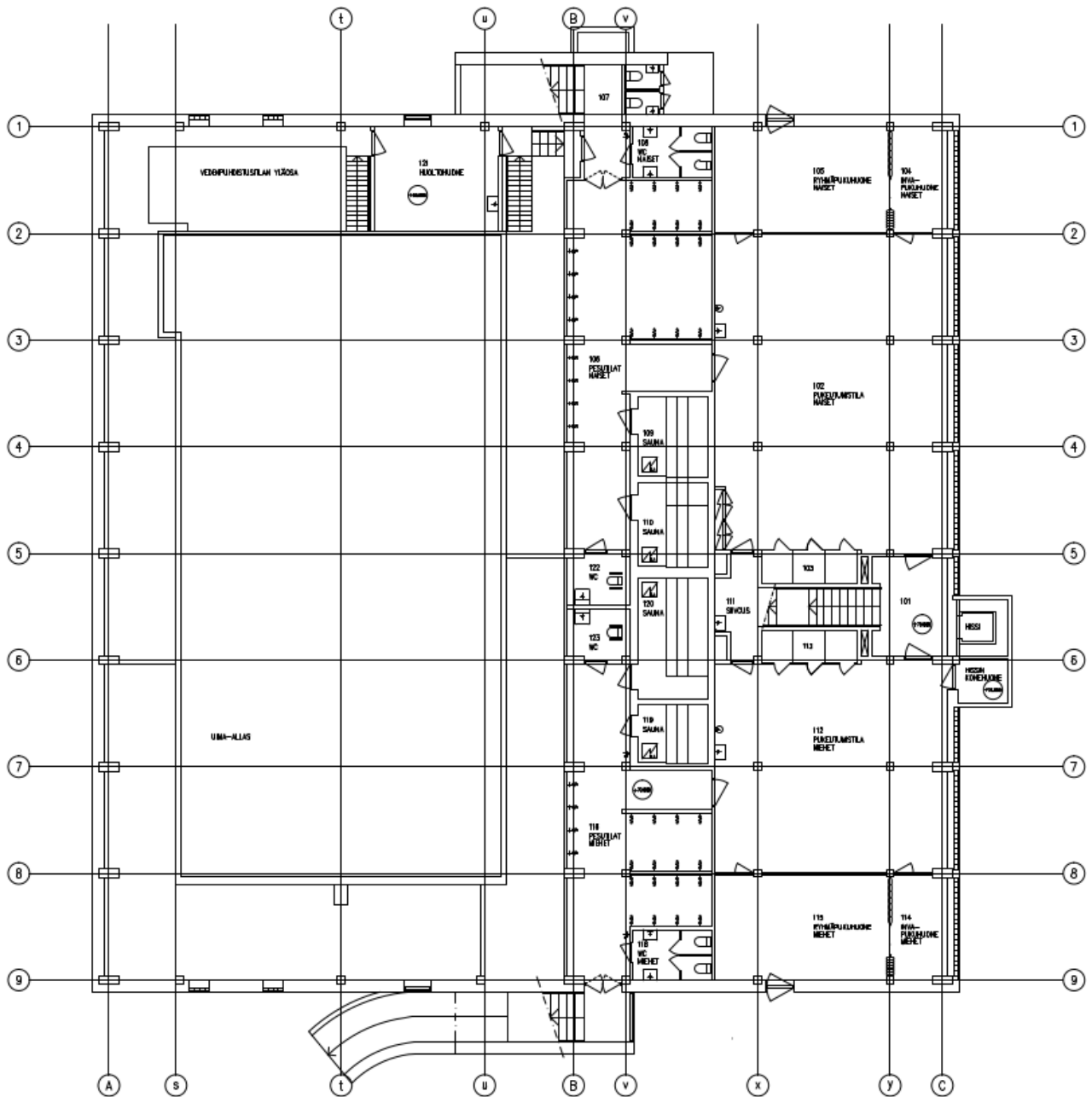
Kuva 2 Yleisleikkaus B-B.



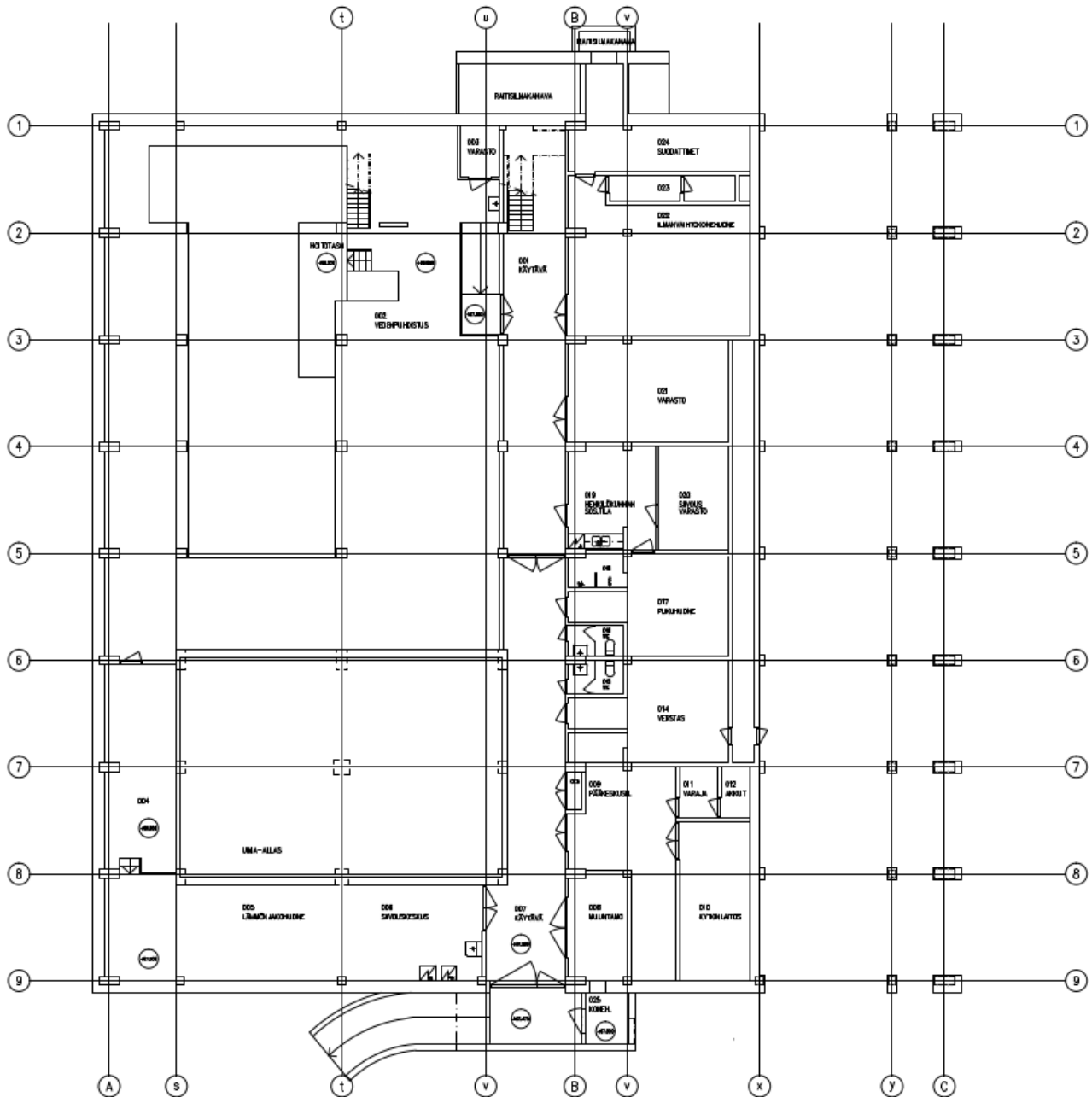
Kuva 3 Ote asemapiirroksesta. Uimahallin ja ulkoaltaan alue korostettu turkoosilla katkoviivalla.



Kuva 4 Rakennuksen pohjakuva ensimmäisessä kerroksessa (allastilat).



Kuva 5 Rakennuksen pohjakuva pukuhuonetasolta (ensimmäinen kellarikerros).



Kuva 6 Rakennuksen pohjakuva tekniikkatasolta (toinen kellarikerros).

3 Tutkimusmenetelmät

Ennen kuntotutkimuksen tekoa rakennuksen kosteusrasitettujen betonirakenteet jaettiin rakennusosiin eri valmistusmenetelmien ja -materiaalien sekä erilaisten rasitustasojen mukaisesti.

Kohteen rakenneosille suoritettavat tutkimukset:

- Rakenteiden silmämääräinen tarkastelu
- 25 m altaan lattia- ja seinäpintojen sekä allashuoneen lattiapintojen laatoitusten kopo-kartoitus

- Kosteusrasitetujen betonirakenteiden sekä kantavien betonirakenteiden näytteenotto timanttiporaamalla rakenteiden ja materiaalien kunnon sekä rakennekerrosten määrittämistä varten.
- Raudoitteiden betonipeitemittaukset rakenneosittain
- Betonirakenteiden karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen poralieriönäytteistä, 9 kpl ohuthietutkimuksella
- Betonin mikrorakennetutkimus (ohuthietutkimus), 9 kpl
- Betonin vetolujuuskoe, 8 kpl
- Betonin puristuslujuuden määrittäminen, 10 kpl
- Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen, 25 kpl poralieriöistä jauhetuista näytteistä

Betoninäytteet analysoitiin Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratoriossa.

Käytetty tutkimuslaitteisto:

Kuntotutkimuksessa käytettiin seuraavia tutkimuslaitteita:

- Betonipeitteiden mittaus, Profoscope- betonipeitemittari (Proseq Oy)
- Betoninäytteiden irrottaminen rakenteista, timanttiporauskalusto
- Käsityökalut

4 Iso uima-allas (25 m)

4.1 Rakenteet

25 metrin iso allas on suorakaiteen muotoinen ja mitoiltaan n. 25 m x 12 m x 4 m (syvä pääty) / 1 m (matala pääty). Altaan pinta-ala on noin 300 m².

Lähtötietojen perusteella ison altaan runkolaatta on maanvarainen. Altaan pohjan laattarakenteen tai seinärakenteen erillisestä vedenpaine-eristeestä ei ole tietoa, vaan lähtötiedoissa on vain ilmoitettu betonin olevan vesitiivistä betonia. Altaan seinien ulkopuolella kulkee huoltotunneli / tekniset tilat.

Altaan tulo- ja poistovesikanavat sijaitsevat altaan pohja- ja seinäpinnoilla. Altaan yhdellä pitkällä sivulla on yksi tarkkailuikkuna (suorakulmainen ikkuna).

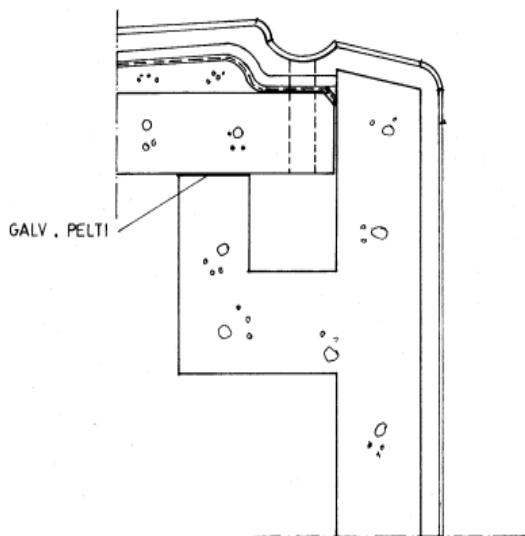
Ison altaan seinämän paksuus vaihtelee syvässä päädyssä seuraavasti:

- 200 mm (syvän päädyn yläpuolinen osa n. 1 m syvyyteen)
- 350 mm (syvä pääty yläpuolisen 200 mm jälkeen noin 2 m syvyyteen)
- 650 mm 2 m syvyydeltä altaan pohjaan

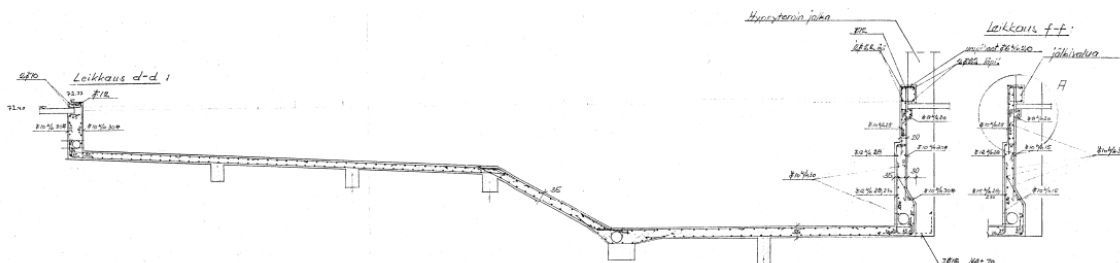
Lähtötietojen perusteella altaan pohjalaatan paksuus on altaan matalan osan kohdalla 250 mm ja syvyydestään jälkeen altaan syväpääty on 350 mm.

Lähtötietojen perusteella altaan betonirakenteet ovat luokkaa BK300 (vesitiivis), joka vastaa lujuusluokkia K30 ja C25/30.

25 metrin uima-altaan rakenneleikkauksia on esitetty kuvissa 7 ja 8.



Kuva 7 Rakennetyyppi ison altaan reunasta ennen peruskorjausta.



Kuva 8 Alkuperäinen rakenneleikkaus 25 m altaasta.

4.2 Havainnot

Tutkimushetkellä 25 m:n allas oli tyhjä vedestä.

Ennen näytteenoton aloittamista altaan pintarakenteille suoritettiin silmämääräinen arviointi sekä kopo-kartoitus (alustastaan irti oleva keraaminen pintalaatta).

Allas on laatoitettu lasitetulla keraamisella laatoilla, jotka ovat lähtötietojen perusteella pääosin vuoden 1995 peruskorjauksen aikaisia. Ison altaan loiskekourun osat ovat uusittu kokonaan vuoden 1995 peruskorjauksessa. Laatoitus on pääosin valkoinen, altaan pohjan sekä seinien ratamerkinnot ovat laatoitettu sinisillä laatoilla.

Kopo-kartoituksen perusteella altaan pohjan laatat ovat lähes kauttaaltaan kiinni alustassaan, eikä irtonaisia laattoja juurikaan havaittu. Ainoa paikallinen kopo-alue todettiin altaan syvässä päädyssä matalan hyppytason edessä (näytteen AP3 vierestä).

Allaan seinälaatoituksien saumoissa havaittiin vain yksittäisiä, hyvin paikallisia ruostejälkiä. Samalla tavoin altaan seinissä oli todettavissa vain hyvin pieniä ja paikallisia laattasaumojen kulumisia. Laattojen halkeamia ei todettu.

Altaan seinärakenteen ulkopinnassa (huoltokäytävien puolella) havaittiin vanhoja vuotojälkiä lähinnä altaan reunojen leukapalkkien ja niissä olevien liikuntasauvojen kohdilla. Kyseiset vuodot ovat tyypillisiä vanhoille uima-allasrakenteille. Vuotojäljet ovat vanhoja ja todennäköisesti peräisin ajalta ennen vuoden 1995 peruskorjausta. Tarkastushetkellä aktiivisia vuotojälkiä ei havaittu.

Havaintoja 25 m:n altaan rakenteista on esitetty kuvissa 9–20.



Kuva 9 Isossa altaassa on matala pääty ja syvä pääty.



Kuva 10 Ison altaan laatoitukset ovat tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 11 Ison altaan loiskekoururakenne on uusittu vuonna 1995.



Kuva 12 Loiskekouruissa havaittiin vain yksittäisiä ruostejälkiä.



Kuva 13 Altaan laatoitukset ovat hyvin kiinni alustassaan.



Kuva 14 Ainoa pieni kopaalue todettiin syvässä päädyssä matalan hyppyta-son edessä.



Kuva 15 Altaan seinässä yksittäinen ruoste-
valumajälki.



Kuva 16 Toinen ruoste jälki matalan pää-
dyn portaassa.



Kuva 17 Laattojen saumoissa todettiin
vain yksittäisiä saumojen vaurioita.



Kuva 18 Laattojen saumojen hyvin paik-
allista kulumaa.



Kuva 19 Ison altaan ulkopuolelta oli havaittavissa vain vanhoja vuotojälkiä.



Kuva 20 Vanhoja vuotojälkiä lukuun ottamatta altaan seinät olivat huoltotilojen puolelta tyydyttävässä kunnossa.

5 Lastenallas

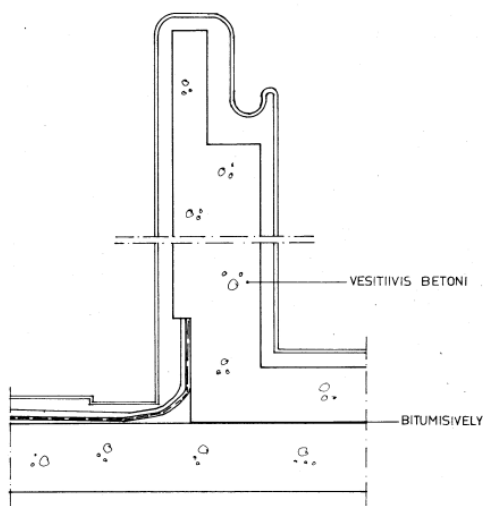
5.1 Rakenteet

Lastenaltaan mitat ovat noin 9,1 m x 10,7 m x 0,8 m (syvämpi pääty) / 0,5 m (matala pääty). Altaan pinta-ala on noin 97 m².

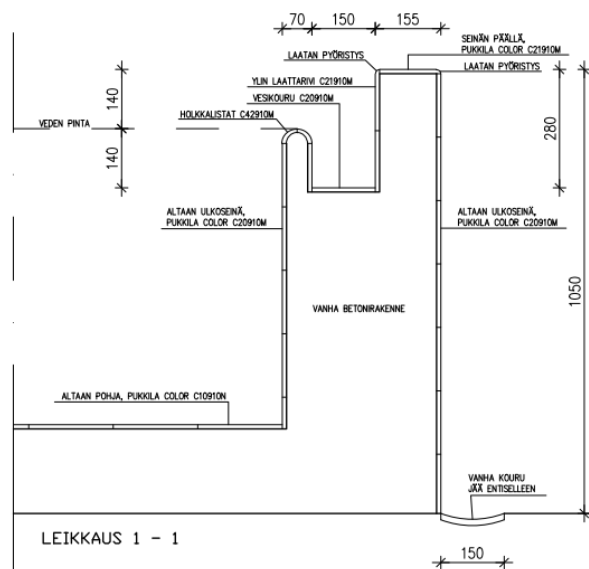
Lähtötietojen mukaan lastenallas on saneerattu laatoituksiltaan vuonna 2011. Laatoituksen alla seinien pinnat on tasoitettu Weberin MT –märkätasoihteella. Altaan pohja on tasoitettu klinkkerilaastilla. Alustat on pohjustettu Weber floor 4712 –epoksipohjusteella ja vedeneristys on tehty Weber.tec 827 S Pox –eristeellä.

Lastenallas sijaitsee välipohjarakenteessa. Altaan tulo- ja poistovesikanavat sijaitsevat altaan pohja- ja seinäpinnoilla altaan nurkissa. Lastenaltaan seinämän paksuus on pääosin 250 mm. Loiskekourun kohdalla seinämäpaksuus on 100 mm. Altaan pohjalaatan paksuus on 150 mm. Lähtötietojen perusteella altaan betonirakenteet ovat luokkaa BK300 (vesitiivis), joka vastaa lujuusluokkia K30 ja C25/30.

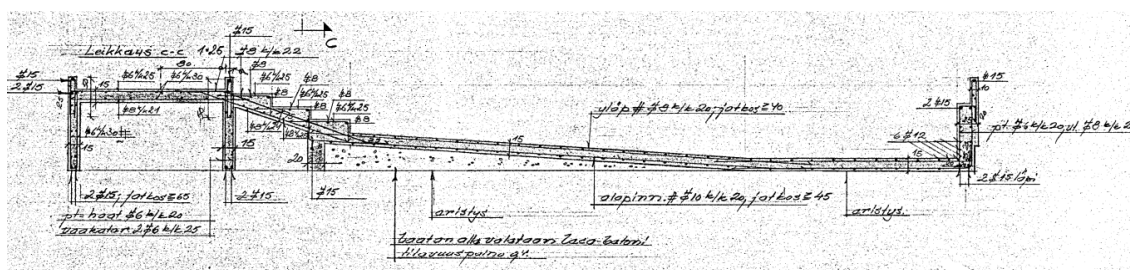
Lastenaltaan rakenneleikkauksia on esitetty kuvissa 21–23.



Kuva 21 Rakennetyyppi lastenaltaan reunasta ennen peruskorjausta.



Kuva 22 Leikkaus lastenaltaan reunasta vuoden 2011 saneerauksessa.



Kuva 23 Alkuperäinen rakenneleikkaus lastenaltaasta.

5.2 Havainnot

Tutkimushetkellä lasten allas oli tyhjennetty vedestä.

Ennen näytteenoton aloittamista altaan pintarakenteille suoritettiin silmämääräinen arviointi sekä kopo-kartoitus (alustastaan irti oleva keraaminen pintalaatta).

Allas on laatoitettu Pukkilan keraamisilla laatoilla, jotka ovat lähtötietojen perusteella vuoden 2011 saneerauksessa asennettuja. Kopo-kartoituksen perusteella altaan pohjan laatat ovat hyvin kiinni alustassaan, eikä irtonaisia laattoja havaittu. Myös laatoitusten saumat olivat hyväkuntoiset, saumavaurioita ei havaittu.

Lastenaltaassa ei havaittu merkittäviä ruostejätkiä. Seinä- ja pohjapinnat olivat yleisesti tyydyttävässä kunnossa, eikä vaurioita, esimerkiksi haljenneita laattoja, havaittu.

Havainnot lastenaltaan rakenteista on esitetty kuvissa 24–28.



Kuva 24 Lastenallas syvenee loivasti.



Kuva 25 Laatoitukset ovat tyydyttävässä kunnossa, vaurioita ei havaittu.



Kuva 26 Loiskekoururakenteen pinnat on altaan ohella saneerattu vuonna 2011.



Kuva 27 Lastenaltaassa ei havaittu merkittäviä ruostejätkiä, vaan pinnat ovat siistit.



Kuva 28 Altaan laatoitukset ovat hyvin kiinni alustassaan.

5.3 Laborioriotutkimukset, 25 m allas ja lasten allas

25 metrin altaasta porattiin yhteensä 16 kpl poralieriönäytettä. Näytteistä 7 kpl otettiin altaan pohjalaatasta, 7 kpl altaan seinien sisäpinnasta ja 2 kpl ison altaan seinien ulkopinnasta. Näytteille suoritettiin laboratoriossa 5 kpl ohuthieanalyysiä (OH), 5 kpl vetokoetta, 6 kpl puristuslujuuskoetta, 10 kpl kloridipitoisuuden (CL) määrittystä ja 5 kpl karbonatisoitumissyvyyden määrittystä (taulukko 1). Näytteenottokohdat on merkitty näytekarttoihin liitteessä 2. Laboratorioanalyysit on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

Taulukko 1. 25 metrin altaasta ja lasten altaasta otetut poralieriönäytteet sekä niille suoritettavat laboratorioanalyysit

| Näytteen numero | Sijainti | Laboratorioanalyysit |
|-----------------|--------------------------|----------------------|
| AS1 | Altaan seinä | veto |
| AS2 | Altaan seinä | puristus + CL |
| AS3 | Altaan seinä | ohuthie |
| AS4 | Altaan seinä | veto + CL |
| AS5 | Altaan seinä | puristus + CL |
| AS6 | Altaan seinä | veto + CL |
| AS7 | Altaan seinä | OH |
| AS8 | Altaan seinä (ulkopinta) | OH + CL |
| AS9 | Altaan seinä (ulkopinta) | puristus + CL |
| AP1 | Altaan pohja | veto + CL |
| AP2 | Altaan pohja | OH + CL |
| AP3 | Altaan pohja | OH |
| AP4 | Altaan pohja | puristus |
| AP5 | Altaan pohja | puristus + CL |
| AP6 | Altaan pohja | veto + CL |
| AP7 | Altaan pohja | puristus |

Altaiden pohjalaatoista otetuista lieriönäytteistä tehtyjen havaintojen perusteella pohjalaatan rakenne on:

- keraaminen laatta + kiinnityslaasti ~ 14 mm
- oikaisulaasti 25 - 45 mm
- runkovaluosa

Altaan pohjista poratuista näytteistä ei havaittu vedenpaineeneristystä.

Altaiden seinistä otetuista lieriönäytteistä tehtyjen havaintojen perusteella seinien rakenne on:

- keraaminen laatta + kiinnityslaasti ~ 15 mm
- oikaisulaasti 10 – 23 mm
- runkovaluosa

Altaiden seinistä otetuista näytteistä ei havaittu vedenpaineeneristystä.

Raudoitteiden betonipeite

Raudoitteiden peitepaksuudet mitattiin altaan seinistä sekä altaan sisä- ja ulkopinnoista. Altaan seinän sisäpuolelta otettujen näytteiden mittaustuloksista ei ole vähennetty keraamisen laatan ja laastikerroksen paksuutta (n. 15 mm), mikä pitää huomioida verratessa peitekerros- sekä karbonatisoitumis- ja kloridimittausten tuloksia.

Taulukko 2. Raudoituksen betonipeitteiden määritys

| Rakenneosa | Mittausten lkm. | Raudoituksen peitesyvyys (min-max / ka.) |
|-----------------------|-----------------|--|
| lasten m altaan seinä | 99 kpl | 22–48 mm / 32 mm |
| 25 m altaan seinä | 70 kpl | 12–61 mm / 46 mm |

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoitumissyvyudet tutkittiin ison altaan ulkopinnoista otetuista poraliönäytteestä (taulukko 3).

Altaan sisäpinnan osalta betonin karbonatisoitumista ei mitattu. Altaan sisäpinnan karbonatisoituminen ei ole merkittävä vaurioitumismekanismi, sillä pinnat ovat jatkuvasti märkiä tai rakenteen pinnassa on laatoitus, jolloin pinnat eivät ole kosketuksissa ilman hiilidioksidin kanssa ja karbonatisoitumisreaktio on hidas tai sitä ei tapahdu lainkaan.

Taulukko 3. 25 m:n allas, betonin karbonatisoitumisen määritys

| Näytenumero ja rakenneosa | Karbonatisoitumissyvyys (min-max/ka.) |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| AS8 altaan seinä, ulkopinta | 49–59 / 54 mm |

Betonin kloridipitoisuus

Seinärakenteiden kloridipitoisuuksia määriteltiin yhteensä 10 näytteestä. Kloridinäytteet porattiin 0–20 mm:n syvyydeltä (taulukko 4).

Taulukko 4. 25 m:n altaan ja lasten altaan rakenteiden kloridianalyysin tulokset.

| Näytenumero ja rakenne-osa | Cl-pitoisuus, 0–20 mm (paino- %) |
|-----------------------------|----------------------------------|
| AP1 25 m:n altaan pohja, sp | 0,01 |
| AP2 25 m:n altaan pohja, sp | 0,01 |
| AS2 25 m:n altaan seinä, sp | 0,01 |
| AS4 25 m:n altaan seinä, sp | 0,01 |
| AS8 25 m:n altaan seinä, up | 0,01 |
| AS9 25 m:n altaan seinä, up | 0,01 |
| AP5 lasten altaan pohja, sp | 0,01 |
| AS5 lasten altaan seinä, sp | 0,01 |
| AP6 lasten altaan seinä, sp | 0,02 |
| AS6 lasten altaan pohja, sp | 0,02 |

Raja-arvon ylittäviä tuloksia ei löytynyt. Raudoitteille haitallisen määrän raja-arvona pidetään 0,03 (jännitetyt rakenteet) ja 0,07 (normaalisti raudoitettut rakenteet paino- % kloridipitoisuutta betonin massasta).

Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin 5 koekappaleesta (taulukko 5).

Betonin vetolujuuskokeet suoritettiin näytteiden runkobetonille, eli pintarakenteet oli poistettu ennen koekappaleen pinnasta ennen vetolujuuskokeen suorittamista.

Taulukko 5. 25 m:n allas ja lasten allas, betonin vetolujuuden määrittäminen

| Näytenumero ja rakenne-osa | Vetolujuus (N/mm ²) | Murtotapa |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| AP1, 25 m altaan pohja | 3,3 | betonin sisäinen murtuma |
| AP6, lasten altaan pohja | 2,4 | betonin sisäinen murtuma |
| AS1, 25 m altaan seinä | 3,4 | 80 % betonin sisäinen murtuma (20 % liiman murtuminen) |
| AS4, 25m altaan seinä | 2,0 | betonin sisäinen murtuma |
| AS6 lasten altaan seinä | 3,7 | 60 % betonin sisäinen murtuma (40 % liiman murtuminen) |
| keskiarvo | 2,96 | |

Vetolujuuden ollessa luokkaa 1,5 N/mm² tai yli, näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapautumaa (BY42). Vetolujuuden ollessa luokkaa 0,5–1,0 N/mm² näytteessä on jonkinasteista rapautumaa (BY42).

Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuus määritettiin 5 koekappaleesta (taulukko 6).

Puristuslujuus määriteltiin näytteiden runkobetonille.

Taulukko 6. 25 m:n allas ja lasten allas, betonin puristuslujuuden määrittäminen

| Näytenumero ja rakenneosa | Kuutiolujuus (MN/m ²) |
|---------------------------|-----------------------------------|
| AP4, 25 m altaan pohja | 28,2* |
| AP5, lasten altaan pohja | 40,1 |
| AP7, lasten altaan pohja | 83,6 |
| AS2, 25 m altaan seinä | 75,9 |
| AS5, lasten altaan seinä | 43,3 |
| AS9, 25 m altaan seinä | 41,7 |
| keskiarvo | 52,1 MN/m² |

Puristuslujuustulokset on muunnettu 150 mm särmäisten kuutioiden puristuslujuudeksi Betoninormien By 65 2016 kohdan 5.2.3.2 mukaisesti.

*Tulos alittaa lievästi rakenteen suunnitelmalujuuden

Betonin mikrorakennetutkimukset (ohuthietutkimus)

Betonin mikrorakennetutkimus tehtiin 5 poralieriönäytteelle (taulukko 7).

Taulukossa esitetään kootusti ohuthietutkimuksen merkittävimmät havainnot. Ohuthieanalyysien tarkemmat tulokset on esitetty liitteessä 1.

Betoneiden kunto luokitellaan ohuthietutkimuksissa tarkasteltujen tekijöiden ja ominaisuuksien puolesta asteikolla **hyvä-tydyttävä-välttävä-heikko**.

Taulukko 7. 25 m:n allas ja lasten allas, betonin mikrorakennetutkimukset

| Näytenumero ja rakenneos | Rakennekerros | Huokostäytteet* (AKR, ETR) | Rapautuneisuus | Betonin kunto | Karbonatisoituminen tutkimussyvyydellä |
|--------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| AP2 25 m altaan pohja | oikaisulaasti ja runkobetoni | melko paljon / kohtalaisesti ETR | ei | tydyttävä + tydyttävä | ei |
| AP3 25 m altaan pohja | oikaisulaasti ja runkobetoni | paikoin runsaasti / kohtalaisesti ETR | ei | tydyttävä + tydyttävä | ei |
| AS3 25 m altaan seinä | oikaisulaasti ja runkobetoni | paikoin runsaasti / vähän ETR | ei | Tyydyttävä + hyvä | ei |
| AS7 lasten altaan seinä | oikaisulaasti ja runkobetoni | Kohtalaisesti ETR + runkobetonissa AKR | runkobetonissa lievää halkeilua | Tyydyttävä + tydyttävän alarajalla | ei |
| AS8 25 m altaan seinä | runkobetoni | ei kiteytymiä | ei | Tyydyttävä | kyllä |

*) ETR= Ettringiittireaktio, AKR= alkalikiviainesreaktio

Yhteenveto allasrakenteiden mikrorakennetutkimuksista (ohuthietutkimus):

Altaiden pohjanäytteet

Uima-altaan pohjan näytteissä on yläpinnassa keraaminen laatta, kiinnityslaasti, oikaisulaasti ja runkobetonia. Kiinnityslaastit ovat sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Uima-altaan pohjan näytteissä ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Oikaisulaastit ovat melko homogeenisia, mutta harvoja johtuen kohtalaisesta–suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Näytteen AP3 oikaisulaasti on paikoitellen erittäin harvaa ja sideainetta on paikoitellen vähän. Laastien vesi-sideainesuhde on kuitenkin pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa. Laastit ovat seosaineettomia ja sementtikiven määrä on tavanomainen näytteessä AP2 ja tavanomaista suurempi näytteessä AP3.

Laastien huokosissa on paikoitellen melko runsaasti–runsaasti ettringiittikiteytymiä. Näytteiden AP2 ja AP3 laasteissa ei ole kutistumasäröilyä.

Runkobetonit näytteissä AP2 ja AP3 ovat rakenteeltaan laastimaisia. Näytteen AP2 betoni on rakenteeltaan melko homogeeninen, mutta erittäin harva johtuen suuresta–kohtalaisesta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Näytteessä AP2 sideainetta on paikoitel- len vähän. Näytteen AP3 runkobetonin on epähomogeenista ja melko harvaa johtuen kohtalaisen suuresta tiivistyshuokosilmamäärästä.

Näytteen AP3 runkobetonin sementtikiven määrä on tavanomainen. Betonin vesi-si- deainesuhde on näytteessä AP2 arviolta pieni ja näytteessä AP3 melko suuri. Näyttei- den AP2 ja AP3 huokosissa on paikoitellen kohtalaisesti–melko runsaasti ettringiittiki- teytymiä. Betoneissa ei ole kutistumasäröilyä.

Altaiden seinänäytteet

Uima-altaan seinien näytteiden AS3 ja AS7 ulkopinnassa on keraaminen laatta, kiinni- tyslaasti (näytteessä AS7 lisäksi useita tasoitekerroksia), oikaisulaastia ja runkobeto- nia. Näyte AS8 koostuu ainoastaan betonista. Näytteen AS7 runkobetonissa todettiin- kohtalainen AKR. Muissa uima-altaan seinien näytteissä ei todettu AKR:ta.

Näytteiden AS3 kiinnityslaasti on huokostettua sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Näytteen AS7 kiinnityslaasti on huokostettua laastia, jonka laasti- hiekka on särmikästä kvartsia. Kiinnityslaastin alla on useita tasoitekerroksia.

Oikaisulaasti näytteessä AS3 on homogeenista, mutta suojahuokosten määrä on erit- täin suuri. Näytteen AS7 oikaisulaasti on homogeenista ja tiivistä. Vesi-sideainesuhde on melko pieni–pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa. Laastit ovat seosaineettomia ja sementtikiven määrä (pasta-%) on näytteessä AS3 hieman tavanomaista suurempi ja näytteessä AS7 hieman tavanomaista pienempi.

Oikaisulaastit ovat kohtalaisen runsaasti–runsaasti huokostettuja. Suojahuokosia on- näytteessä AS3 erittäin paljon ja näytteessä AS7 kohtalaisen paljon. Näytteen AS7 laastissa tiivistyshuokokset ovat paikoitellen isokokoisia. AS3 huokosissa on paikoitel- len runsaasti ettringiittikiteytymiä. Näytteen AS7 huokosissa on paikoitellen vähän- kohtalaisesti ettringiittikiteytymiä ja ulkopinnan huokosissa on lisäksi vähän kalkkia.

Laasteissa ei ole kutistumasäröilyä. Näytteen AS7 ulkopinnassa on ulkopintaa vasten- kohtisuorassa oleva kohtalainen halkeama, joka ulottuu läpi oikaisulaastikerroksen ja jatkuu runkobetoniin. Laasti on karbonatisoitunut pistemäisesti halkeamaa sekä isoja tiivistyshuokosia myötäillen läpi koko kerroksen. Laastin ulkopinnassa on lisäksi epä- jatkuvaa ulkopinnan suuntaista säröilyä ja halkeilua.

Näytteen AS3 oikaisulaastin ja runkobetonin välissä on ohut laastikerros, joka on mah- dollisesti jäämä vanhasta oikaisulaastista.

Runkobetonit näytteissä AS3 ja AS7 ovat homogeenisia ja pääosin tiiviitä. Näytteen AS8 betoni on rakenteeltaan hieman epähomogeenista johtuen vedenerottumisesta. Näytteen AS7 runkobetonissa todettiin kohtalainen AKR, joka ilmenee reaktiossa syn- tyvän AKR-geelin kohtalaisena saostumisena neljään tiivistyshuokoseen sekä kivi- ainesrakeiden tartuntarajapintoihin. Betonissa on kaksi lievää–kohtalaista kiviaines- rakeita rikkovaa halkeamaa.

Betonien sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Betonien vesi-sideaine- suhde on pieni näytteessä AS3 ja se vaihtelee näytteissä AS7 ja AS8 pienestä melko suureen. Näytteen AS8 ulkopinnan karbonatisoituminen on ollut tavanomaista voimak- kaampaa (49–59 mm).

Runkobetonit ja AS8 betoni ovat huokostamattomia. Tiivistyshuokosia on vähän ja jakautuma on melko tasainen näytteissä AS3 ja AS7, ja epätasainen näytteessä AS8. Näytteen AS3 ja AS7 huokosissa on vähän / kohtalaisesti ettringiittikiteytymiä runkobetonien ulkopinnan läheisyydessä. Näytteessä AS3 on lisäksi kalkkikiteytymiä. Näytteen AS8 betonin huokosissa ei ole kiteytymiä. AS3 ja AS7 runkobetoneissa on koko alalla lievää kutistumasäröilyä ja kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. AS8 betonissa on ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva halkeama ja lisäksi paikoitellen lievää kutistumasäröilyä.

5.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksukset

25 m allas ja lasten allas

Uima-altaiden seinä- ja pohjarakenteet ovat tyydyttävässä kunnossa, eikä altaissa havaittu vaurioita, jotka aiheuttaisivat rakennuksen käyttäjille turvallisuus- tai terveystarpeita.

Altaiden pintarakenteet ovat pääosin hyväkuntoisia, eikä pintarakenteiden pienet vauriot kuten laattasaumojen kuluminen aiheuta itsessään merkittäviä toimenpiteitä, vaan ne ovat kunnostettavissa huoltotoimenpiteillä.

Uimahallin huoltokäytävän puolella 25 m uima-altaan seinärakenteen ja allastilan tasopinnan liikuntasaumasta havaitut valumajäljet ovat vanhoja, eikä aktiivisia vuotoja ole havaittavissa altaiden ollessa täysiä. Altaan reunan ja tasopinnan välisen liittymän rakenne on aiheuttanut aiemmin rakenteen liittymästä vuotoja, joista allasvesi on valunut altaan seinien ulkopinnoille huoltotilassa.

25 m altaan seinien ja tasopintojen väliset reunarakenteet ovat peruskorjattu vuonna 1995. Tällöin on myös korjattu mahdolliset tiiveyspuutteet ison altaan reunarakenteen liikuntasauaman kohdalla ja tämän tutkimuksen myötä korjausten voidaan todeta olevan toimivia.

Lasten altaan seinän betonirakenteessa todettiin alkalikiviainesreaktio (AKR) yhden näytteen osalta (näyte AS7). Näytteen AS7 runkobetonissa todettiin kohtalainen AKR, joka ilmenee reaktiossa syntyvän AKR-geelin kohtalaisena saostumisena neljään tiivistyshuokoseen sekä kiviainesrakeiden tartuntarajapintoihin. Betonissa on kaksi lievää-kohtalaista kiviainesrakeita rikkovaa halkeamaa. Muissa altaiden betoninäytteiden huokosissa ei todettu merkkejä alkalikiviainesreaktiosta.

Alkalikiviainesreaktio (AKR) on reaktio, jossa kiviaineksen kvartsi reagoi betonin huokosveden alkalien kanssa. Mitä hienojakoisempaa (mineraaliraekooltaan hienompaa) ja deformatiivisempaa kvartsi on, sitä reaktiivisempaa se yleensä on.

AKR:n muodostuminen edellyttää, että betonissa on tietty / riittävä alkalisuus, betoni saa kosteutta ja betonissa on reagoitiherkkää kiviainesta. Lämpö lisää reaktion nopeutta. Lämpimiä ja kosteita paikkoja ovat esim. uimahallit sekä eräät teollisuuslaitokset.

AKR:n etenemistä on vaikea ennustaa. Tämä perustuu siihen, että reaktio edellyttää toteutuakseen tietyn alkalitason, tietyn reaktioherkkyyden omaavan kiviaineksen ja tietyn kosteustason. Jos yksikin tekijöistä muuttuu, se vaikuttaa hidastavasti tai pysäyttävästi reaktioon. Esim. jos betonin kosteustaso laskee alle 80 – 85 % RH, käynnistynyt AKR pysähtyy tai vielä käynnistymätön AKR ei käynnisty. AKR:n seurauksena betoniin syntyy halkeilua reagoineisiin kivirakeisiin ja ympäröivään sementtikiveen. Reaktiossa syntyvä geeli saostuu huokosiin ja halkeamiin ja aiheuttaa paisuntaa, joka voi edelleen aiheuttaa muodonmuutoksia ja paisuttaa ja rikkoa betonia.

Altaiden seinien raudoitus sijaitsee melko syvällä runkorakenteessa, minkä lisäksi betoninäytteiden pinnoissa ei todettu kohonneita kloridipitoisuuksia. Näin ollen raudoitteiden kloridikorrosio ei ole kokonaisuutta tarkastellen merkittävässä riskissä vaurioiden aiheuttajana.

Betonin lujuusominaisuudet vastaavat rakenteelle alkuperäisissä suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia. Koekappaleiden puristuslujuudet ylittävät suunnittelumitoituksen arvot, pois lukien näyte AP4 (28,2 MN/m²), mutta senkin puristuslujuus jää vain vähän alle betonin alkuperäisen mitoitusarvon. Kuitenkin kaikkien näytteiden keskiarvo ylittää suunnitteluarvon selvästi.

Vetolujuuden osalta altaiden betonirakenteiden vetolujuusarvot ovat vähintään hyviä. Pienin mitattu vetolujuus oli 2 N/mm², joka ylittää selvästi BY 42; n ohjeistuksen vauriottoman betonin vetolujuudesta. Betonin vetolujuuden ollessa luokkaa 1,5 N/mm² tai yli, näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää vaurioitumista (BY42). Vetolujuuden ollessa luokkaa 0,5–1,0 N/mm² näytteessä voi olla syytä epäillä jonkinasteista rapautumaa tai laatuvirheitä.

Yleisesti arvioiden allasrakenteiden betoni on tutkimustulosten mukaan laadultaan tyydyttävää. Monessa tutkituista näytteistä betonin huokosissa havaittiin vähintään kohdallaisesti ettringiittikiteytymiä (ETR). Ettringiittireaktion tuotteita syntyy betonissa, joka altistuu voimakkaalle kosteusrasitukselle, josta voidaan päätellä, että kosteus liikkuu jossakin määrin myös rakenteen läpi ja voi näin lisätä betonin raudoitteiden kosteus- sekä kloridirasitusta.

Ettringiittireaktion reaktiotuotteena olevat kiteytymät aiheuttavat betonin pakkasenkestävyyden heikkenemistä, mutta lämpimissä sisätiloissa olevien rakenteiden osalta ettringiittireaktion synnyttämällä kiteytymillä ei ole betonin pitkäaikaiskestävyyteen ole merkittävää vaikutusta.

Toimenpidesuositukset

Altaiden betonirakenteet ovat pääsääntöisesti tyydyttävässä kunnossa, eikä rakenteille ole tarpeellista tehdä lähitulevaisuudessa raskaita korjaustoimenpiteitä.

Altaiden pintarakenteet ovat vähintään tyydyttävässä kunnossa, eikä niille suositella välittömästi raskaita korjaustoimenpiteitä. Jos altaiden betonirakenteiden kosteusrasitusta halutaan ehkäistä entisestään, rakenteeseen tulisi asentaa uudet vedenpaineeristeet ja samassa yhteydessä pintarakenteiden uusiminen on välttämätöntä. Vedeneristeen asentamisella rakenteen pitkäaikaiskestävyys paranee.

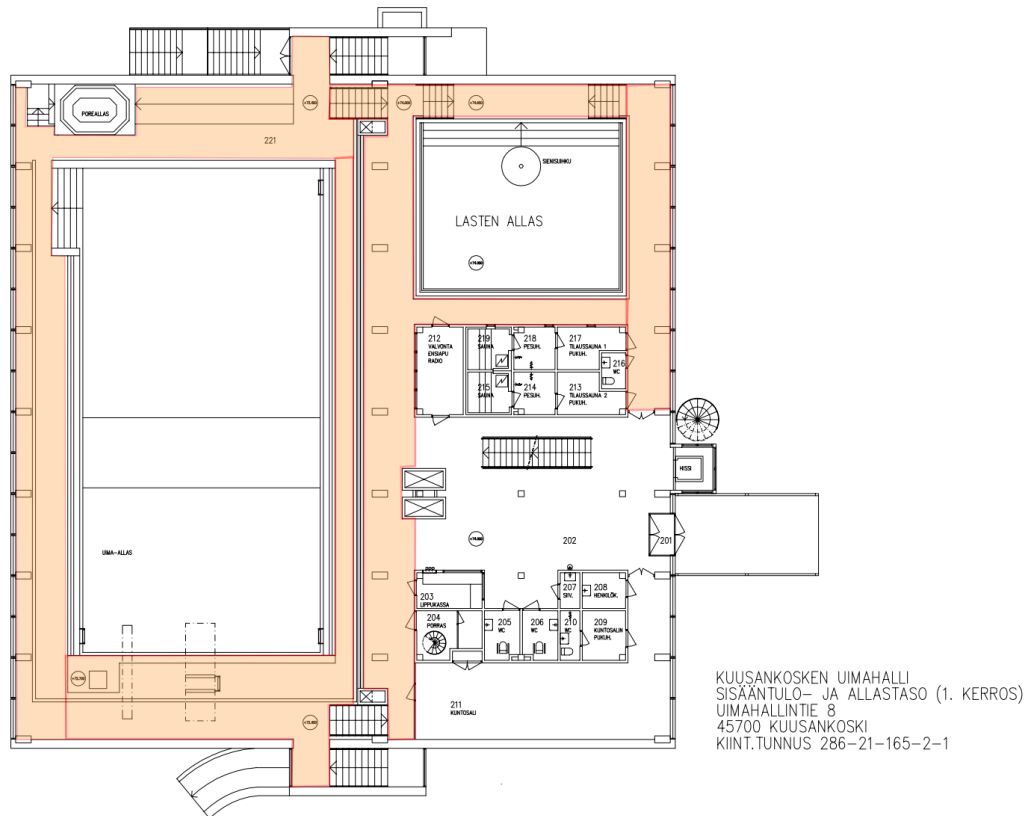
Altaan ja tasopinnan laatan välisen liittymän (liikuntasauvan) tiiveyttä suositellaan tarkkailemaan säännöllisesti vuosittain. Jos liikuntasauva alkaisi vuotaa, allasrakenteiden peruskorjaus tulee ajankohtaiseksi. Samoin allasrakenteiden seinäpintoja tulee tarkastella säännöllisesti ja vuosittain. Allasrakenteiden seinissä ei voida hyväksyä minkäänlaista aktiivista vuotoa. Allaspintojen vedenpaine-eristeiden asentamista suositellaan tehtäväksi seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Allasrakenteiden tekninen käyttöikä on noin 20-30 vuotta rasitusolosuhteista riippuen. Pelkästään teknisen käyttöiän osalta peruskorjaushanke suositellaan aloitettavaksi viimeistään 5 vuoden kuluttua, tai aiemminkin, jos aktiivisia vuotoja havaitaan. Allasrakenteiden esitetyillä korjaustoimenpiteillä vedenpaine-eristyksineen mahdollinen vaurioitumisen eteneminen voidaan pysäyttää ja rakenteiden käyttöikä jatkaa yhä pidemmälle tulevaisuuteen.

6 Allashuone, tasopinnat

6.1 Rakenteet

Allastilojen tasopinnat sijaitsevat kahdessa eri tasossa. Ison uima-altaan tasopinnat ovat tasossa +72.400 ja lasten uima-allas ja pääsisäänkäynti ovat tasossa +74.000. Tasopinnat tarkasteltiin uima-altaiden läheisyydestä ja varsinaisiksi allastiloiksi luettavista alueista.



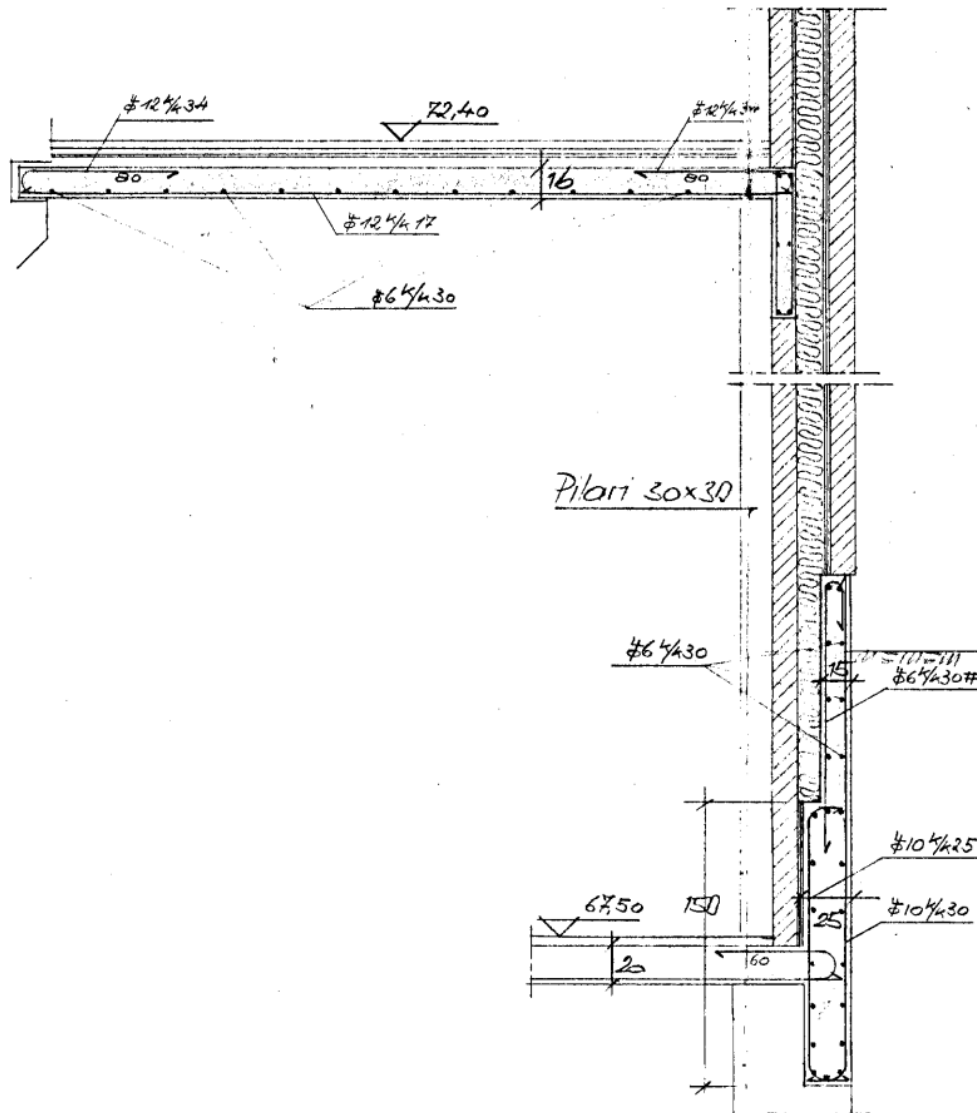
Kuva 29 Allastilojen tasopinnat. Tutkitut alueet on esitetty oranssilla värillä tummenetuilla alueilla.

Lähtötietojen perusteella tasopintojen runkorakenteen paksuus on 160 mm. Rakenteen pintaan on asennettu kallistusbetoni 80 - 120 mm. Rakenteessa on kallistusbetonin päällä 1-kertainen bitumikermieristys, jonka päälle on asennettu pintarakenteet (suojalaasti, kiinnityslaasti, laatoitus).

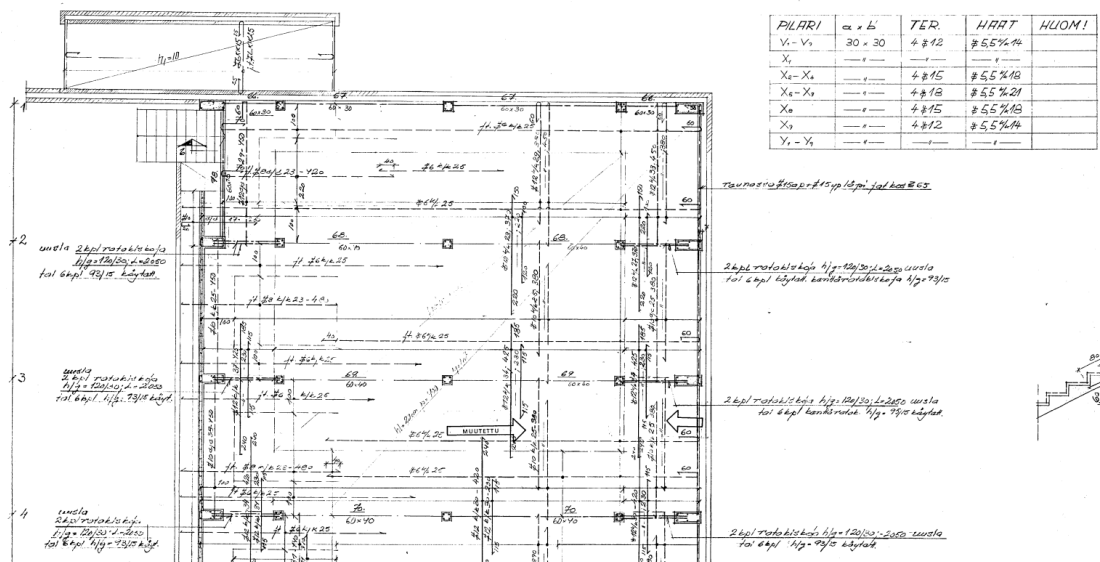
Lähtötietojen perusteella altaan betonirakenteet ovat luokkaa BK250, joka vastaa lujuusluokkia K25 ja C20/25.

Allashuoneen vanhoja rakennepiirustuksia on esitetty kuvissa 30 ja 31.

Leikkaus b-b (Kts. piir. 3/598)



Kuva 30 Alkuperäinen rakenneleikkaus tasosta 72.400.



Kuva 31 Ote alkuperäisestä tasopiirustuksesta (taso 74.000).

6.2 Havainnot

Ennen näytteenoton aloittamista tasopinnoille suoritettiin silmämääräinen arviointi sekä kopo-kartoitus.

Tasopinnot on laatoitettu kohopinnallisilla keraamisilla laatoilla. Tasopinnoilla ei todettu juurikaan kopoja laatoituksia (laatoitus irti alustastaan). 25 m altaan 1. hyppytasolla todettiin laattoja olevan irti alustastaan sekä poreallasluiskan varrella todettiin hyvin pieni ja paikallinen alue, jossa laattoja on irti alustastaan. Havaitut kopoalueet ovat merkitty tutkimuksen näytekarttaan (LIITE 2).

Laatoituksia on vaihdettu paikallisesti uusiin ja näitä kohtia on todettavissa molemmilla allastasoilla paikallisesti. Laatoituksien saumat ovat pääosin tyydyttävässä kunnossa. Lattioiden laatoituksissa ei juuri havaittu saumojen vaurioitumista.

Laatoituksissa ei havaittu laajaa vaurioitumista. Ison altaan ja lasten altaan välisessä portaikossa todettiin portaiden laatoituksissa laattojen halkeilua ja näistä halkeamista on havaittavissa tapahtuneen kalkkivalumaa. Näiden vaurioiden lisäksi laatoitetuilla tasopinnoilla on paikallisesti nähtävissä myös laattojen pintojen kalkkeutumista. Kalkkeutumista on todettavissa lähinnä altaan läheisyydessä tai tasopintojen loiskevesikouruissa.

Tarkempia havaintoja tasopinnoista on esitetty kuvissa 32–43.



Kuva 32 Allastilojen tasopinnat ovat laa-
toitettu keraamisilla laatoilla.



Kuva 33 Laattojen pinnat ovat kohokuvioi-
sia.



Kuva 34 Kopoa laatoitusta todettiin vain
yksittäisiä kohtia.



Kuva 35 Ison altaan 1. hyppypallin pin-
nassa on kopoa laatoitusta.



Kuva 36 Laatoituksia on uusittu paikalli-
sesti molemmilla allastasoilla.



Kuva 37 Laatoituksia on uusittu paikalli-
sesti



Kuva 38 Laattojen saumoissa ei havaittu merkittäviä vaurioita.



Kuva 39 Laattojen saumoissa ei havaittu merkittäviä vaurioita.



Kuva 40 Ison altaan ja lasten altaan välisessä portaikossa todettiin laattojen halkeilua.



Kuva 41 Porraslaattojen halkeamista on nähtävissä kalkkivalumia.



Kuva 42 Laatoitetuilla pinnoilla on nähtävissä paikallisesti pintojen kalkkeutumista.



Kuva 43 Vesikourussa laattojen pintojen kalkkeutumista.

6.3 Laboratoriotutkimukset, Allashuoneen tasopinnat

Tasopinnoilta porattiin yhteensä 4 poralierionäytettä. Kaikki poranäytteet porattiin tasopinnan yläpuolelta. Näytteille suoritettiin laboratoriossa 1 ohuthieanalyysi (OH), 1 vetokoe, 1 puristuslujuuskoe ja 4 kloridipitoisuuden (CL) määrittystä (taulukko 8). Laboratorioanalyysit on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

Taulukko 8. Tasopinnoilta otetut poralierionäytteet sekä tehdyt laboratoriotutkimukset.

| Näytenumero | Sijainti | Laboratorioanalyysit |
|-------------|-----------|----------------------|
| LA1 | Tasopinta | veto, CL |
| LA2 | Tasopinta | CL |
| LA3 | Tasopinta | Puristus + CL |
| LA4 | Tasopinta | OH + CL |

Tasopinnoista otetuista lierionäytteistä tehtyjen havaintojen perusteella rakenne on:

- keraaminen laatta ja kiinnityslaasti ~10 mm
- oikaisulaasti 35 - 60 mm
- runkovaluosa

Betonin kloridipitoisuus

Tasopintojen kloridipitoisuus määriteltiin 4 laboratoriossa murskatusta näytteestä. Kloridianalyysi suoritettiin runkobetonista (taulukko 9).

Taulukko 9. Tasopintojen kloridianalyysin tulokset.

| Näytenumero ja rakenneosa | Cl-pitoisuus, runkovaluosa (paino- %) |
|---------------------------|---------------------------------------|
| LA1 | 0,08 |
| LA2 | 0,05 |
| LA3 | 0,02 |
| LA4 | 0,09 |

Raudoitteille haitallisen määrän raja-arvona pidetään 0,03 (jännitetyt rakenteet) ja 0,07 (normaalisti raudoitettut rakenteet paino- % kloridipitoisuutta betonin massasta).

Betonin karbonatisoituminen

Tasopintojen karbonatisoitumissyvyys ei mitattu, koska rakenteen yläpintaan on asennettu pintarakenteet. Runkobetonin todettiin olevan karbonatisoitunut yläpinnastaan n. 3 mm.

Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus määritettiin yhdestä koekappaleesta (taulukko 10).

Betonin vetolujuuskoe suoritettiin näytteen runkobetonille. Näytteiden pintarakenteet oli poistettu ennen koekappaleen pinnasta ennen vetolujuuskokeen suorittamista.

Taulukko 10. Tasopinnot, betonin vetolujuuden määrittäminen

| Näyttenumero | Vetolujuus (N/mm ²) | Murtotapa |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|
| LA1 | 2,9 | Betonin sisäinen murtuma |

Vetolujuuden ollessa luokkaa 1,5 N/mm² tai yli, näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapautumaa (BY42)

Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuus määritettiin yhdestä koekappaleesta (taulukko 11).

Puristuslujuus määritettiin näytteen runkobetonille. Näytteen pintarakenteet oli poistettu ennen koestuksen suorittamista.

Taulukko 11. Tasopinnot, betonin puristuslujuuden määrittäminen

| Näyttenumero | Kuutiolujuus (MN/m ²)* | Huomiot |
|--------------|------------------------------------|---------|
| LA3 | 24,1 * | |

Puristuslujuustulokset on muunnettu 150 mm särmäisten kuutioiden puristuslujuudeksi Betoninormien By 65 2016 kohdan 5.2.3.2 mukaisesti.

*Tulos alittaa rakenteen suunnitelmalujuuden

Betonin mikrorakennetutkimukset (ohuthietutkimus)

Betonin mikrorakennetutkimus tehtiin 1 poralieriönäytteelle (taulukko 12).

Taulukossa esitetään kootusti ohuthietutkimuksen merkittävimmät havainnot. Ohuthieanalyysien tarkemmat tulokset on esitetty liitteessä 1.

Betoneiden kunto luokitellaan ohuthietutkimuksissa tarkasteltujen tekijöiden ja ominaisuuksien puolesta asteikolla **hyvä-tydyttävä-välttävä-heikko**.

Taulukko 12. Tasopinnot, betonin mikrorakennetutkimukset

| Näyttenumero ja rakenneosa | Rakennekerros | Huokostäytteet * (AKR, ETT) | Rapautuneisuus | Betonin kunto | Karbonaatioituminen tutkimus-syvyydellä |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------|---|
| LA 4 Tasopinta | Oikaisulaasti + runkobetoni | melko runsaasti ETR + vähän ETR | ei | Tyydyttävä + tyydyttävä | 3 mm |

*) ETR= Ettringiittireaktio, AKR= alkalikiviainesreaktio

Yhteenveto tasopinnot mikrorakennetutkimuksista (ohuthietutkimus):

Oikaisulaasti on melko homogeenista, mutta harvaa johtuen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Vesi-sideainesuhde on kuitenkin pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa, jonka maksimiraekoko on 8 mm. Laasti on seosaineetonta ja sementtikivien määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi.

Laastissa on runsaasti tiivistyshuokosilmaa. Huokosissa on melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Lisäksi laastin alapinnan huokosiin ja tyhjättiloihin on kiteytyneenä runsaasti kalkkia. Laastissa on paikoitellen lievää kutistumasäröilyä. Oikaisulaastissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Oikaisulaastin ja runkobetonin välissä on jäämiä vedeneristyskerroksesta.

Runkobetoni on melko homogeenista, mutta hieman harvaa johtuen kohtalaisen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä ja vähän gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (gneissi) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 4 mm ja raemuoto on osittain pyöristynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartssia ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % kiillemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu AKR:ää.

Sideaine on seosaineetonta portlandsementtiä. Betonin vesi-sideainesuhde vaihtelee melko pienestä melko suureen. Sementin hydrataatioaste on melko matala. Betoni on karbonatisoitunut noin 3 mm:n syvyydelle runkobetonin yläpinnasta (katkeamiskohta).

Betonin yläpinnan huokosissa on paikoitellen vähän ettringiittikiteytymiä. Betonissa ei ole kutistumasäröilyä.

6.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Tasopinnat

Laatoituksissa ei havaittu laajaa vaurioitumista. Ison altaan ja lasten altaan välisessä portaikossa todettiin portaiden laatoituksissa laattojen halkeilua ja näistä halkeamista on havaittavissa tapahtuneen kosteuden aiheuttamaa kalkkivalumaa. Näiden vaurioiden lisäksi laatoitetuilla tasopinnoilla on hyvin paikallisesti nähtävissä altaan läheisyydessä tai tasopintojen loiskevesikouruissa laattojen pintojen kalkkeutumista.

Allastilojen laatoitukset ovat korjattavissa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä, eivätkä laatoituksissa havaitut paikalliset kalkkivalumat tai kalkkeutumukset aiheuta sellaisenaan välitöntä riskiä käyttäjille tai rakenteille.

Betonin puristuslujuuden osalta koestetun näytteen puristuslujuus jää alle betonin alkuperäisen mitoitusarvon. Tasopinnan puristuslujuuden paikallinen heikkeneminen ei kuitenkaan aiheuta vielä käyttäjille tai rakenteelle riskiä.

Vetolujuuden osalta betonissa ei ole havaittavissa merkittävää rapautumista, joka aiheuttaisi betonin mekaanisten ominaisuuksien heikkenemistä tai estäisi rakenteen korjauksen.

Laadultaan rakenteiden betoni on laadultaan tyydyttävää. Tasopintojen oikaisulaastissa on runsaasti ettringiittiä, mutta runkobetonissa vain vähän ettringiittiä. Oikaisulaastissa todettiin hieman kohonneita kloridipitoisuuksia, mutta tämä ei ole ongelma, sillä oikaisulaastikerroksessa ei ole rakenteen kannalta tärkeitä teräksiä, jotka pääsisivät ruostumaan. Oikaisulaastin ja runkobetonin välissä on ohut bitumisively vedeneristeenä, joka myös suojaa runkobetonia kloridipitoiselta vedeltä.

Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin tartuntarajapinnan huokosiin todettiin olevan saostuneena yhdessä näytteessä vähän AKR-geeliä. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin välinen tartunta on pääosin tiivis. Kiinnitys- ja oikaisulaastien välinen tartunta on avoin johtuen kasautuneesta tiivistysilmasta. Yksittäiset laattojen irtoamiset ja portaikossa havaittu laattojen halkeiluvauriot voivat olla seurausta tästä laatan ja oikaisulaastin välisestä alkalikiviainesreaktiosta, mutta tämä ei aiheuta suurta riskiä tasopinnoille. Koko rakennuksen käyttöajan aikana AKR:n osuus vaurioihin on selvästi ollut vähäinen.

Toimenpidesuosituks

Tasopinnan rakenteet ovat vielä pääsääntöisesti hyväkuntoisia, eikä rakenteille ole tarpeellista tehdä raskaita korjaustoimenpiteitä. Tasopintojen pintarakenteet ovat koko allastilojen osalta hyvin kiinni alustassaan.

Vaikka tasopinnat eivät itsessään vaadi perusteellisia korjauksia, on järkevää uusia tasopinnat samalla uusiksi seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Tuon peruskorjauksen yhteydessä runkorakenteen kosteusrasituksen keventämiseksi rakenteeseen suositellaan asentamaan uudet, nykyaikaiset vedeneristeet. Myös mahdolliset runkorakenteen alkavat betonivauriot tulee korjata samassa yhteydessä, jos tällaisia havaitaan korjausvaiheessa.

7 Kantava runko, pilarit

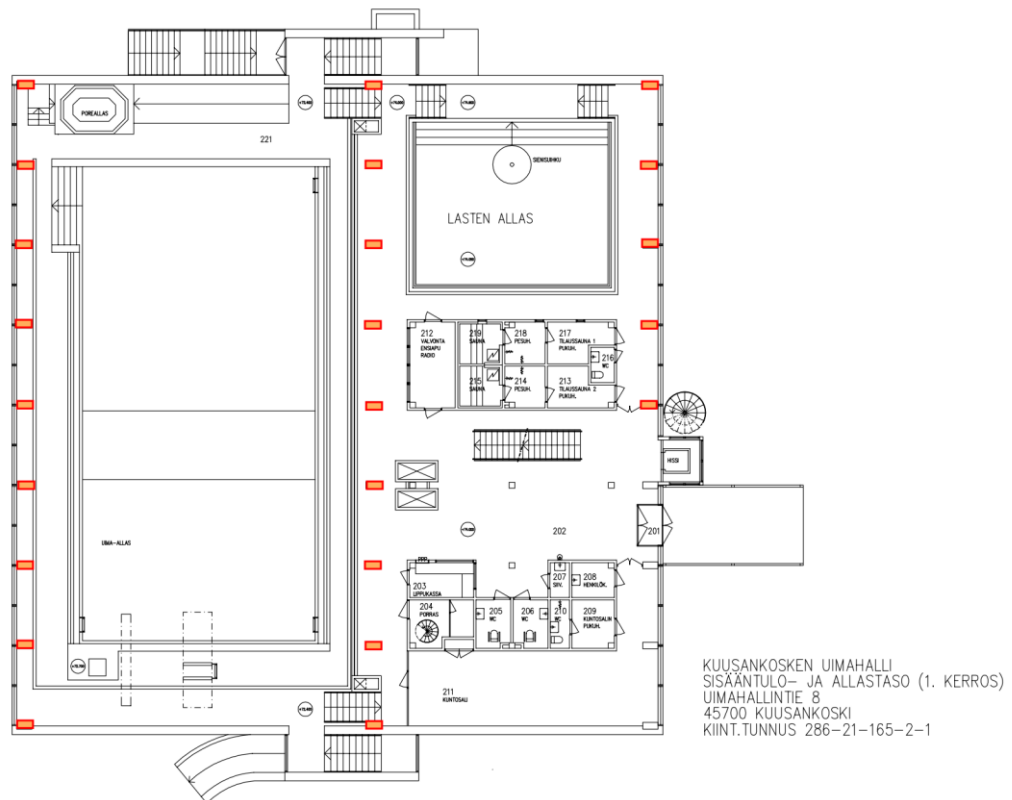
7.1 Rakenteet

Rakennuksen yläpohjaa ja vesikattoa kannattelevat teräsbetonirakenteiset pilarit sekä niiden varaan asennetut palkit. Pilarit ovat maalipintaisia teräsbetonipalkkeja ja katto-palkit ovat pinnoittamattomia teräsbetonipalkkeja.

Lähtötietojen perusteella ja paikan päällä tehtyjen havaintojen mukaan kantavat peruspilarit ovat kooltaan 350x800 teräsbetonipilareita, jotka on perustettu pilarianturoiden varaan.

Lähtötietojen perusteella pilareiden betonirakenteet ovat luokkaa BK250, joka vastaa lujuusluokkia K25 ja C20/25.

Rakennuksen pilareita on tutkittu aiemmin lähinnä teknisten tilojen osalta (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 2020), mutta tuossa tutkimuksessa on otettu kantaa myös allastason pilareihin lasten altaan läheisyydessä.



Kuva 44 Allastilojen peruspilarit. Tutkitut pilarit on esitetty tummennetuilla väreillä.

7.2 Havainnot

Ennen näytteenoton aloittamista pilareille suoritettiin silmämääräinen arviointi. Pilareiden pinnat ovat allastiloissa ja altaiden läheisyydessä tyydyttävässä kunnossa. Pilareiden alaosissa ei näkynyt merkittävää vaurioitumista.

Lasten altaan viereisiä pilareita on tutkittu ennenkin ja niiden alaosissa on nähtävissä vanhoja vauriojälkiä, jotka on sittemmin korjattu.

Pilareiden osalta tarkempia havaintoja on esitetty kuvissa 46–49.



Kuva 46 Allastilojen pilarit ovat tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 47 Pilareissa ei todettu vaurioitumista.



Kuva 48 Lasten altaan viereisissä pilareissa on korjattu vanhoja vaurioita.



Kuva 49 Lasten altaan viereisiä pilareita on tutkittu aiemminkin.

7.3 Laboratoriotutkimukset, Pilarit

Peruspilareista porattiin 7 kpl näytteitä. Näytteille suoritettiin laboratoriossa 1 ohut-hieanalyysi (OH), 1 puristuslujuuskoe, 6 kloridipitoisuuden (CL) määrittystä ja 1 betonin karbonatisoitumisen määrittäminen (taulukko 13). Laboratorioanalyysit on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

Pilareiden laboratorioanalyysit teetettiin kevyemmin, sillä pilareita on tutkittu jo aiemmin (Vahanen Rakennusfysiikka, 2020 + Kuntoarvio 2016, Insinööri Studio Oy)

Taulukko 13. Pilareista otetut poralieriönäytteet sekä tehdyt laboratoriotutkimukset.

| Näytteen nro | Rakenne | Laboratorioanalyysit |
|--------------|---------|----------------------|
| P1 | Pilari | puristus + CL |
| P2 | Pilari | OH + CL |
| P3 | Pilari | veto |
| P4 | Pilari | CL |
| P5 | Pilari | CL |
| P6 | Pilari | CL |
| P7 | Pilari | CL |

Raudoituksen betonipeitteet

Taulukko 14. Pilarit, raudoituksen betonipeitteiden määritys

| Rakenneosa | Mittausten lkm. | Raudoituksen peitesyvyys (min-max / ka.) |
|-----------------------|-----------------|---|
| Pilareiden ulkopinnat | 94 kpl | 15 - 58 mm / 35 mm |

Betonin kloridipitoisuus

Pilareiden betonin kloridipitoisuus määriteltiin 6 laboratoriossa murskatusta näytteestä. Kloridianalyysi suoritettiin runkobetonista.

Taulukko 15. Pilarit, betonirakenteiden kloridipitoisuus.

| Näytenu- mero | Rakenneosa | Cl-pitoisuus, (paino- %) |
|------------------|-------------------|-----------------------------|
| P1 | Pilari, ulkopinta | 0,20 |
| P2 | Pilari, ulkopinta | 0,05 |
| P4 | Pilari, ulkopinta | 0,04 |
| P5 | Pilari, ulkopinta | 0,10 |
| P6 | Pilari, ulkopinta | 0,16 |
| P7 | Pilari, ulkopinta | 0,16 |

Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuus määritettiin yhdestä koekappaleesta (taulukko 16).

Puristuslujuus määriteltiin näytteen runkobetonille.

Taulukko 16. Pilarit, betonin puristuslujuuden määrittäminen

| Näytenumero | Rakenneosa | Kuutiolujuus (MN/m ²)* | Huomiot |
|-------------|------------|------------------------------------|---------|
| P1 | Pilari | 47,7 | |

*Puristuslujuustulokset on muunnettu 150 mm särmäisten kuutioiden puristuslujuudeksi Betoninormien By 65 2016 kohdan 5.2.3.2 mukaisesti.

Betonin mikrorakennetutkimukset (ohuthietutkimus)

Betonin mikrorakennetutkimus tehtiin yhdelle poralierionäytteelle (taulukko 17).

Betoneiden kunto luokitellaan ohuthietutkimuksissa tarkasteltujen tekijöiden ja ominaisuuksien puolesta asteikolla **hyvä-tydyttävä-välttävä-heikko**.

Taulukko 17. Pilarit, betonin mikrorakennetutkimukset

| Näytenu- mero | Rakenne- osa | Raken- neker- rokset | Huokos- täytteet (AKR, ETT) | Rapau- tunei- suus | Betonin kunto | Karbonati- soitumi- nen tutki- mussyvyy- dellä |
|------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------|--|
| P2 | Pilari | Pinnoite + runko- valu | ei | ei | tydyt- tävä | 22-27 mm |

Yhteenveto pilarin mikrorakennetutkimuksista (ohuthietutkimus):

Betoni on melko epähomogeenista johtuen koko alalla esiintyvistä vedenerottumisesta.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) ja vähän gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniitti ja gneissi) on vähän. Suurin raekoko näytteessä on 11 mm ja raemuoto on osittain pyörästynyt.

Betonissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Betonin vesi-sideainesuhde vaihtelee pienestä tavanomaiseen. Sementin hydrataatioaste on matala. Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnasta 22–27 mm:n syvyydelle.

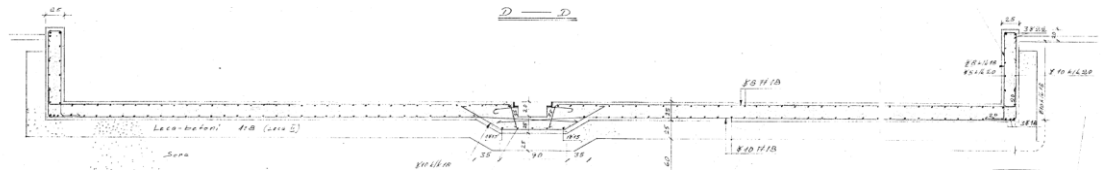
Betoni on huokostamatonta. Tiivistyshuokosia on vähän melko tasaisesti jakautuneena. Huukosissa ei ole kiteytymiä.

Betonissa on paikoitellen lievää kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. Betonissa ei ole kuitumasäröilyä.

7.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Pilarit

Pilarit ovat hyväkuntoisia, eikä niissä havaittu merkkejä raudoituksen korroosiosta tai betonin rapautumisesta. Lasten altaan läheisyydessä ulkoseinän puolella on havaittavissa vahojen vaurioiden korjauksia, mutta muualla ei ole nähtävissä vaurioitumisen merkkejä.



Kuva 51 Ulko-altaan leikkauspiirustus.

8.2 Havainnot

Tutkimushetkellä allas oli tyhjä. Tilaajan toivomuksesta altaan betonille suoritettiin suppea näytteenotto, jolla voitiin arvioida betonin jatkotutkimustarvetta sekä saada lähtötietoja rakenteiden kunnan seurantaan varten.

Betonirakenteiden näytteenotto suoritettiin altaan seinän ulkopinnasta.

Altaan seinä- ja pohjapinnat ovat kuluneita ja seinien pinnoitteessa todettiin melko paljon verkkomaista halkeilua. Myös altaan pohjarakenteen pinnoitteessa todettiin pinnoitteen lohkeilua ja halkeilua. Altaan reuna-alueet ovat vanhentuneet ja kulkureiteillä kasvava laatoitusten ja rakenteiden saumojen raoista kasvillisuutta.

Ennen näytteenoton aloittamista altaan seinien ulkopinnalle suoritettiin silmämääräinen arviointi, jonka havainnot on esitetty kuvissa 52–55.



Kuva 52 Ulko-altaan pinnat ovat kuluneita



Kuva 53 Altaan seinäpinnoilla on nähtävissä verkkomaista halkeilua.



Kuva 54 Ulko-altaan pohjan pinnoitteet ovat kuluneet ja vaurioituneet.



Kuva 55 Ulko-altaan reuna-alueet ovat vanhentuneita ja laatoitusten raoista kasvaa kasvillisuutta.

8.3 Laboratoriotutkimukset, Ulko-allas

Ulko-altaan betonirakenteille tehtiin suppea tutkimus, jossa arvioitiin betonin vaurioitumista sekä jatkotutkimustarvetta.

Altaan seinästä porattiin 5 kpl näytteitä. Näytteille suoritettiin laboratoriossa 2 ohutkieanalyysiä (OH), 2 puristuslujuuskoetta, 5 kloridipitoisuuden (CL) määrittystä ja 1 betonin vetolujuuden määrittys (taulukko 18). Laboratorioanalyysit on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

Taulukko 18. Ulko-altaasta otetut poralieriönäytteet sekä tehdyt laboratoriotutkimukset.

| Näytteen nro | Rakenne | Laboratorioanalyysit |
|--------------|-------------------|----------------------|
| UA1 | Ulko-altaan seinä | OH + CL |
| UA2 | Ulko-altaan pohja | Puristus + CL |
| UA3 | Ulko-altaan seinä | veto + CL |
| UA4 | Ulko-altaan pohja | Puristus + CL |
| UA5 | Ulko-altaan seinä | OH + CL |

Raudoituksen betonipeitteet

Raudoitteiden peitepaksuudet mitattiin altaan seinistä altaan sisäpuolelta.

Taulukko 19. Raudoituksen betonipeitteiden määrittys

| Rakenneosa | Mittausten lkm. | Raudoituksen peitesyvyys (min-max / ka.) |
|--------------------|-----------------|--|
| Ulko-altaan seinät | 99 kpl | 34–67 mm / 46 mm |

Betonin kloridipitoisuus

Ulko-altaan seinärakenteen ulkopinnasta kloridiprofiili määriteltiin 5 näytteestä.

Raudoitteille haitallisen määrän raja-arvona pidetään 0,03 (jännitetyt rakenteet) ja 0,07 (normaalisti raudoitetut rakenteet paino- % kloridipitoisuutta betonin massasta).

Taulukko 20. Ulko-altaan ulkoseinän kloridianalyysin tulokset.

| Näytenumero | Rakenneosa | Cl-pitoisuus, 0–20 mm (paino- %) |
|-------------|--------------|----------------------------------|
| UA1 | Altaan seinä | 0,01 |
| UA2 | Altaan seinä | 0,01 |
| UA3 | Altaan seinä | 0,01 |
| UA4 | Altaan seinä | 0,01 |
| UA5 | Altaan seinä | 0,01 |

Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuus määritettiin 2 koekappaleesta (taulukko 21).

Puristuslujuus määriteltiin näytteiden runkobetonille.

Taulukko 21. Ulko-allas, betonin puristuslujuuden määrittäminen

| Näytenumero | Rakenneosa | Kuutiolujuus (MN/m ²)* | Huomiot |
|-------------|--------------|------------------------------------|---------|
| UA2 | Altaan seinä | 64,6 | |
| UA4 | Altaan seinä | 56,3 | |
| ka. | | 60,5 MN/m² | |

*Puristuslujuustulokset on muunnettu 150 mm särmäisten kuutioiden puristuslujuudeksi Betoninormien By 65 2016 kohdan 5.2.3.2 mukaisesti.

Betonin mikrorakennetutkimukset (ohuthietutkimus)

Betonin mikrorakennetutkimus tehtiin 2 poralierönäytteelle (taulukko 22).

Betoneiden kunto luokitellaan ohuthietutkimuksissa tarkasteltujen tekijöiden ja ominaisuuksien puolesta asteikolla **hyvä-tyydyttävä-välttävä-heikko**.

Taulukko 22. Ulko-allas, betonin mikrorakennetutkimukset

| Näytenumero | Rakennekerros | Huokostäytteen (AKR, ETR) | Rapautuneisuus | Betonin kunto | Karbonatisoituminen tutkimus-syvytydellä |
|-------------|---------------|---------------------------|----------------|---------------|--|
| UA1 | Runkobeton | Erittäin vähän ETR | ei | Hyvä | 1-3 mm |
| UA5 | Runkobeton | ei | ei | Hyvä | 1-2 mm |

Yhteenveto ulko-altaan seinän mikrorakennetutkimuksista (ohuthietutkimus):

Ulkoaltaan näytteiden ulkopinnassa on epoksikerros. Betonit ovat rakenteeltaan melko homogeenisia / homogeenisia ja tiiviitä, mutta näytteen UA1 betonissa karkeaa kiviainesta on vähän ja se on epätasaisesti jakautunut. Betoneissa ei todettu AKR:ta.

Betonien sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi. Vesi-si-deainesuhde on pieni.

Betonit ovat huokostettuja. Suojahuokosten määrä näytteessä UA1 on suuri (noin 7–8%) ja näytteessä UA5 kohtalainen (noin 5–6 %). Tiivistyshuokosia on kohtalaisesti ja ne ovat näytteessä UA5 paikoitellen isokokoisia. Huokosten jakautuma on tasainen.

Näytteen UA1 huokosissa on paikoitellen erittäin vähän ettringiittikiteytymiä. Näytteen UA5 huokosissa ei ole kiteytymiä.

Näytteen UA1 katkeamiskohtan tuntumassa on lievä ulkopinnan suuntainen särö ja betonissa on myös ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva halkeama. Lisäksi betonissa on paikoitellen lievää kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. Betoneissa ei ole kutistumasäröilyä.

8.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Ulko-allas

50 m:n altaan seinien ulkopinnat ovat silmämääräisesti arvioituna vanhentuneita. Altaan seinien epoksinnoitteessa on nähtävissä verkkomaista halkeilua ja paikoin voimakasta kulumista.

Raudoituksen betonipeite on riittävä (keskimäärin 46 mm) ja antaa suojaa raudoitteiden korroosiota vastaan. Ulko-altaan betonirakenne on karbonatisoitunut ulkopinnastaan vain n. 2 mm, joten ulko-altaan rakenteille ei koidu merkittävä riskiä raudoitteiden korroosioista. Lisäksi betonissa ei todettu kohonneita kloridipitoisuuksia.

Betonin puristuslujuuden ka. on 60,5 MN/m², mikä ylittää suunnitelmien mukaisen suunnittelulujuuden selvästi (K30).

Laadultaan betoni on tutkituissa näytteissä hyvä, eikä betonin huokosissa havaittu kiteytymiä (AKR, ETT).

Toimenpidesuosituks

Ulko-altaan rakenteissa ei todettu pinta- / pinnoitevaurioiden lisäksi rakenteellisia ongelmia, joten allas on vain pinnoiltaan ja yleisilmeeltään vanhentunut.

Altaan rakenteille suositellaan tehtäväksi pinnoitteiden uusimiset, jos allas päätetään palauttaa uudestaan käyttöön.

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

Yleistä

Tutkittujen rakenneosien betoni sekä rakenteet ovat käyttöikänsä suhteutettuna hyväkuntoista ja täyttävät niille asetetut vaatimukset, eikä rakenteissa ole riskiä rakenteiden merkittävästä vaurioitumisesta lähivuosina. Kohteessa ei todettu kiireellisiksi todettavia toimenpidetarpeita. Uimahallin allasrakenteilla on edellisen peruskorjauksen jälkeistä teknistä käyttöikää takana jo 26 vuotta, joten teknisen käyttöiän puolesta allasrakenteiden peruskorjaus tulisi ajankohtaiseksi seuraavan 5 vuoden aikana.

Lasten altaan seinärakenteessa todettiin kohtalainen alkalikiviainesreaktio yhdessä näytteessä. Monien näytteiden ja analyysien joukossa todettu AKR on yksittäinen löytö, eikä muissa allasrakenteiden ohuthieanalyysissä todettua alkalikiviainesreaktiota. AKR:n etenemistä on vaikea ennustaa. Tämä perustuu siihen, että reaktio edellyttää toteutuakseen tietyn alkalitason, tietyn reaktioherkkyyden omaavan kiviaineksen ja tietyn kosteustason. Jos yksikin tekijöistä muuttuu, se vaikuttaa hidastavasti tai pysäyttävästi reaktioon. Esim. jos betonin kosteustaso laskee alle 80 – 85 % RH, käynnistynyt AKR pysähtyy tai vielä käynnistymätön AKR ei käynnisty. AKR:n seurauksena betoniin syntyy halkeilua reagoineisiin kivirakeisiin ja ympäröivään sementtikiveen. Reaktiossa syntyvä geeli saostuu huokosiin ja halkeamiin ja aiheuttaa paisuntaa, joka voi edelleen aiheuttaa muodonmuutoksia ja paisuttaa ja rikkoa betonia. Käytännössä pitkälle edennyt AKR näkyisi esim. laattojen halkeiluna ja irtoiluna. Kyseiset laattavauriot voivat johtua myös muista syistä. Alkalireaktion kannalta on huomattavaa, että kun kiviaineksen joukossa ollut reaktiivinen ainesosa on reagoinut tai kun alkalitaso reaktion seurauksena muuttuu, niin reaktio pysähtyy. Samoin, jos betonin kosteustaso saadaan laskettua alle 85% RH:n.

Havaitut vauriot voidaan pääosin korjata siten, että vaurion aiheuttama mekanismi estetään tai pysäytetään esimerkiksi rakenteen rasiustasoa alentamalla, ja näin voidaan jatkaa rakenteen käyttöikää. Näin voidaan toimia myös havaitun alkalikiviainesreaktion osalta.

Korjaustavan valinnassa on suuri vaikutus tilaajan asettamalla rakenteiden tavoitellulla käyttöiällä sekä täyttävätkö rakenteet niille asetetut vaatimukset kokonaistaloudellisen tehokkuuden osalta koko tavoitellun käyttöiän aikana. Oikein valituilla ja toteutetuilla korjaustoimenpiteillä voidaan runkorakenteiden käyttöiän olettaa olevan korjaustöiden jälkeen vielä ainakin 15–30 vuotta. Uusien pintarakenteiden tekninen käyttöikä uima-allastiloissa on noin 15–20 vuotta.

Uimahallien korjaushankkeiden vaativuudesta johtuen korjaushanke suositellaan aloitettavaksi hankesuunnitelman laadinnalla, jossa käsitellään korjausten tekniset, taloudelliset ja ulkonäköä koskevat seikat. Korjaushankkeen seuraavassa vaiheessa suoritetaan toteutussuunnitteluun liittyvät tehtävät.

Suurin osa esitettävistä korjaustoimenpiteistä edellyttää erillisen yksityiskohtaisten korjaussuunnitelmien laatimisen ennen korjauksiin ryhtymistä ja työmaan aikaisia laadunvarmistus-toimenpiteitä, kuten riittävän purkulajuuden katselmukset sekä työnaikaiset rakennetekniset katselmukset.

Tutkimusten pistokoeluonteisuudesta johtuen rakenteissa saattaa olla piileviä vaurioita, joita tämän tutkimuksen avulla ei ole saatu selville tai vaurioiden aste ja laajuus saattavat poiketa tutkimushetkellä todetusta. Näihin seikkoihin tulee myöhemmin vaurua mahdollisissa korjaussuunnitteluasiakirjoissa.

5 vuoden kuluessa tehtäväksi suositeltavat toimenpiteet

Uimahallin alkuperäisosan peruskorjaushanke suositellaan käynnistettäväksi teknisen käyttöiän puolesta hankesuunnittelulla seuraavan 5 vuoden kuluessa. Hankesuunnitelmassa esitetään korjausten tekniset, taloudelliset ja ulkonäköä koskevat vaatimukset. Hankesuunnittelun jälkeen tehdään varsinainen toteutussuunnittelu. Korjaustoimenpiteiden toteutus suositellaan tehtäväksi heti korjaussuunnitelmien valmistumisen jälkeen, jolloin mahdolliset vaurioiden etenemiset voidaan pysäyttää ja rakenteiden käyttöikää jatkaa.

25 metrin altaan ja lasten altaan betonirakenteiden kosteusrasituksen keventämiseksi altaan rakenteet suositellaan vedeneristettäväksi ja samassa yhteydessä pintarakenteiden uusiminen on välttämätöntä. Vedeneristeen asentamisella rakenteiden kosteusrasitusta voidaan vähentää ja käyttöikää pidentää.

Altaan ja tasopinnan laatan välinen liittymä suositellaan korjattavaksi siten, että liittymä tehdään vesitiiviiksi ja myös näin vähennetään altaan ja tasopinnan ulko- ja alapuolisten betoniosien kosteusrasitusta, esimerkiksi vesitiiviillä rakenteellisella liikunta- saumalla.

Altaan sisäpinnan korjausten yhteydessä rakenteen ulkopinnalle suositellaan tehtäväksi betonikorjaus, jossa vaurioituneet betoni sekä rauditus poistetaan, teräsovat korroosiosuojataan ja betoniosat paikka korjataan. Rakenteessa esiintyvät halkeamat suositellaan injektoitavaksi. Betonirakenteiden korjauksen jälkeen pinnat pinnoitetaan.

Allashuoneiden tasopintojen pintarakenteet suositellaan uusittavaksi peruskorjauksen yhteydessä kauttaaltaan. Samassa yhteydessä rakenteen kosteusrasituksen keventämiseksi rakenteeseen suositellaan asentamaan vedeneriste.

Vahanan Rakennusfysiikka Oy

Lappeenrannassa 4.10.2021



Timo Suhonen
Kuntotutkija (FISE), Ins. (AMK)

Tarkastanut:



Hannu Pyy, TkI
Erityisasiantuntija

Liitteet Liite 1. Tutkimusseloste TT4347
 Liite 2. Pohjakartta (näytteet ja vauriot)

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Tutkimusseloste TT 4347

Kuusankosken uimahalli
Laboratoriotutkimukset

17.09.2021

Tilaajan tiedot

Tilaaaja Kouvolan kaupunki
Osoite Torikatu 10
Postinumero 45100
Postitoimipaikka Kouvola
Yhteyshenkilön nimi
Yhteyshenkilön puhelin
Yhteyshenkilön sähköposti

Kohteen tiedot

TT-tunnus 4347
Nimi Kuusankosken uimahalli
Osoite Uimahallintie 8
Postinumero 45700
Kaupunki Kuusankoski
Valmistumisvuosi
Tilauskoodi LAFY339 / 03
Tilauspäivämäärä 13.8.2021
Erityishuomiot Vahasen yhteyshenkilö: Timo Suhonen

Tutkimukset

| Tutkimus | Näytetunnukset | Tutkimuksia yht. |
|------------------------------|---|------------------|
| Vetolujuuskoe | LA1, AP1, AP6, AS1, AS4, AS6, P3, UA3 | 8 kpl |
| Kloridi | LA1, LA2, LA3, LA4, AP1, AP2, AP5, AP6, AS2, AS4, AS5, AS6, AS8, AS9, P1, P2, P4, P5, P6, P7, UA1, UA2, UA3, UA4, UA5 | 25 kpl |
| Ohuthietutkimus | LA4, AP2, AP3, AS3, AS7, AS8, P2, UA1, UA5 | 9 kpl |
| Puristuslujuuden määritys | LA3, AP4, AP5, AP7, AS2, AS5, AS9, P1, UA2, UA4 | 10 kpl |
| Muita tutkimuksia: | Lisätietoa: | |
| Liite 1 | Ohuthietutkimusraportti (16 sivua) | |
| Liite 2 | Puristuslujuuden määritysraportti (2 sivua) | |
| Tutkimusraportti liitteineen | 24 sivua | |

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tämän tutkimuslостeen osittainen kopiointi on kielletty ilman Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n kirjallista lupaa

Näytteet

| # | Tunnus | Rakenneos | Pituus (min) | Pituus (max) | Leveys | Ilmansuunta | Tarkenne |
|----|--------|-------------------|--------------|--------------|--------|-------------|----------|
| 1 | LA1 | lattia | 125 | 125 | 45 | | |
| 2 | LA2 | lattia | 130 | 130 | 45 | | |
| 3 | LA3 | lattia | 133 | 133 | 45 | | |
| 4 | LA4 | lattia | 140 | 140 | 45 | | |
| 5 | AP1 | uima-altaan pohja | 143 | 146 | 45 | | |
| 6 | AP2 | uima-altaan pohja | 105 | 105 | 45 | | |
| 7 | AP3 | uima-altaan pohja | 152 | 152 | 45 | | |
| 8 | AP4 | uima-altaan pohja | 95 | 100 | 45 | | |
| 9 | AP5 | uima-altaan pohja | 95 | 105 | 45 | | |
| 10 | AP6 | uima-altaan pohja | 135 | 145 | 45 | | |
| 11 | AP7 | uima-altaan pohja | 150 | 155 | 45 | | |
| 12 | AS1 | uima-altaan seinä | 113 | 127 | 45 | | |
| 13 | AS2 | uima-altaan seinä | 115 | 125 | 45 | | |
| 14 | AS3 | uima-altaan seinä | 128 | 140 | 45 | | |
| 15 | AS4 | uima-altaan seinä | 120 | 130 | 45 | | |
| 16 | AS5 | uima-altaan seinä | 130 | 135 | 45 | | |
| 17 | AS6 | uima-altaan seinä | 90 | 100 | 45 | | |
| 18 | AS7 | uima-altaan seinä | 112 | 115 | 45 | | |
| 19 | AS8 | uima-altaan seinä | 140 | 147 | 45 | | |
| 20 | AS9 | uima-altaan seinä | 137 | 140 | 45 | | |
| 21 | P1 | pilari | 143 | 147 | 45 | | |
| 22 | P2 | pilari | 145 | 153 | 45 | | |
| 23 | P3 | pilari | 135 | 146 | 45 | | |
| 24 | P4 | pilari | 135 | 141 | 45 | | |
| 25 | P5 | pilari | 145 | 150 | 45 | | |
| 26 | P6 | pilari | 140 | 148 | 45 | | |
| 27 | P7 | pilari | 127 | 138 | 45 | | |
| 28 | P8 | pilari | 140 | 147 | 45 | | |
| 29 | UA1 | ulkoallas | 137 | 146 | 45 | | |
| 30 | UA2 | ulkoallas | 140 | 146 | 45 | | |
| 31 | UA3 | ulkoallas | 137 | 150 | 45 | | |
| 32 | UA4 | ulkoallas | 148 | 150 | 45 | | |
| 33 | UA5 | ulkoallas | 140 | 147 | 45 | | |

VETOLUJUUDEN MÄÄRITYSTutkija: Jere Pylkkänen
Tarkastaja: Jere Pylkkänen

Tutkimusmenetelmä

Näytteeseen kohdistetaan aksiaalisesti kuormitus, jota lisätään tasaisesti kappaleen pinta-alasta riippuvalla nopeudella. Laitteesta luettiin vetomurtoa vastaava jännityksen arvo. Betonin vetolujuuden testausmenetelmä on kuvattu standardissa SFS 5445. Betonin tartuntalujuuden testausmenetelmä on kuvattu standardissa SFS 5446. Testaustulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle.

Tulokset

| N:o | Rakenneosa | Rakennekerrokset | Ilmansuunta | Tarkenne | Koko pituus [mm] | Päiden tasaus [mm] | Vetopituus [mm] | Vetolujuus [N/mm ²] | Voiman lisäys [N/s] | Murtotapa [%] | Murtopituus ulko- tai yläpinnasta |
|-----|-------------------|------------------|-------------|----------|------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------|
| AP1 | uima-altaan pohja | Rakenneosat | | | 143-146 | YP 80 AP 11 | 55 | 3,3 | 80 | 100 A | 26-43 yp |
| AP6 | uima-altaan pohja | Rakenneosat | | | 135-145 | YP 91 AP 10 | 44 | 2,4 | 80 | 100 A | 6-15 yp |
| AS1 | uima-altaan seinä | Rakenneosat | | | 113-127 | UP 38 SP 29 | 60 | 3,4 | 80 | 80 A 20 Y | 0-5 up |
| AS4 | uima-altaan seinä | Rakenneosat | | | 120-130 | UP 36 SP 40 | 54 | 2 | 80 | 100 A | 8-13 up |
| AS6 | uima-altaan seinä | Rakenneosat | | | 90-100 | UP 7 SP 36 | 57 | 3,7 | 80 | 60 A 40 Y | 0-3 up |
| LA1 | lattia | Rakenneosat | | | 125-125 | YP 73 AP 5 | 47 | 2,9 | 80 | 100 A | 5-12 yp |
| P3 | pilari | Rakenneosat | | | 135-146 | UP 9 SP 83 | 54 | 4,5 | 80 | 75 A 25 Y | 0-5 up |
| UA3 | ulkoallas | Rakenneosat | | | 137-150 | UP 9 SP 82 | 59 | 3,1 | 80 | 100 A | 46-56 up |

Näytteen AP1 murtopinnassa on halkaisijaltaan 23 mm:n kivi.

Näytteen päidentasauksessa ja murtopituuden määrittämisessä käytetyt lyhenteet

SP = Sisäpinnasta

YP = yläpinnasta

UP = Ulkopinnasta

AP = alapinnasta

Murtotapamerkinnoissä käytetyt lyhenteet:

A alustabetonin sisäinen murtuma

Y liiman sisäinen murtuma

KLORIDIMÄÄRITYS

Tutkija: Anna Karpoja
Tarkastaja: Jere Pylkkänen

Tutkimusmenetelmä

Laboratorioon toimitettujen näytteiden happoliukoisen kloridipitoisuuden määrittäminen tehdään potentiometrisellä titrauksella standardin SFS-EN 14629 mukaan. Analyysituloksen lukuarvolla nolla (0.00) tarkoitetaan tulosta joka alittaa määrittäysrajan 0.01 p-%.

Tulokset

| Tunnus | Rakenneosa | Rakennekerros | Ilmansuunta | Pinta | Tarkenne | Tulos [p-%] |
|--------|-------------------|---------------|-------------|-------|-----------|-------------|
| LA1 | lattia | | | YP | 0...20 mm | 0,08 |
| LA2 | lattia | | | YP | 0...20 mm | 0,05 |
| LA3 | lattia | | | YP | 0...20 mm | 0,02 |
| LA4 | lattia | | | YP | 0...20 mm | 0,09 |
| AP1 | uima-altaan pohja | | | YP | 0...20 mm | 0,01 |
| AP2 | uima-altaan pohja | | | YP | 0...20 mm | 0,01 |
| AP5 | uima-altaan pohja | | | YP | 0...20 mm | 0,01 |
| AP6 | uima-altaan pohja | | | YP | 0...20 mm | 0,02 |
| AS2 | uima-altaan seinä | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| AS4 | uima-altaan seinä | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| AS5 | uima-altaan seinä | | | UP | 0...20 mm | 0,02 |
| AS6 | uima-altaan seinä | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| AS8 | uima-altaan seinä | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| AS9 | uima-altaan seinä | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| P1 | pilari | | | UP | 0...20 mm | 0,20 |
| P2 | pilari | | | UP | 0...20 mm | 0,05 |
| P4 | pilari | | | UP | 0...20 mm | 0,04 |
| P5 | pilari | | | UP | 0...20 mm | 0,10 |
| P6 | pilari | | | UP | 0...20 mm | 0,16 |
| P7 | pilari | | | UP | 0...20 mm | 0,16 |
| UA1 | ulkoallas | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| UA2 | ulkoallas | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| UA3 | ulkoallas | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| UA4 | ulkoallas | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |
| UA5 | ulkoallas | | | UP | 0...20 mm | 0,01 |

UP=ulkopinnasta

YP=yläpinnasta

Analyysiin punnitut massat sijoittuvat välille 3,007 - 3,088 g

Laboratorion yhteyshenkilöt

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Linnoitustie 5
FI-02600 Espoo
Puhelin: 0207 698 698
Fax: 0207 698 699

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| Projektinumero | LAFY339 |
| Yhteyshenkilön nimi | Jere Pylkkänen |
| Sähköposti | Jere.Pylkkanen@vahanen.com |
| Tilauksen kirjaajan nimi | Jere Pylkkänen |
| Sähköposti | Jere.Pylkkanen@vahanen.com |

Kuusankosken uimahalli, ohuthietutkimus

1 Näytteet ja tilaajan toimittamat tiedot

Tutkimuksia varten tilaaja toimitti yhdeksän (9) poraamalla irrotettua näytettä, joiden tunnukset ja irrotuskohdat olivat:

- Näyte AP2, uima-altaan pohja, yp
- Näyte AP3, uima-altaan pohja, yp
- Näyte AS3, uima-altaan seinä, up
- Näyte AS7, uima-altaan seinä, up
- Näyte AS8, uima-altaan seinä, up
- Näyte LA4, lattia, yp
- Näyte P2, pilari, up
- Näyte UA1, ulkoallas, up
- Näyte UA5, ulkoallas, up

Tutkimuskohde on Kuusankosken uimahalli.

2 Tutkimukset

Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratoriossa näytteistä valmistettiin ohuthietutkimuksia varten petrografiset ohuthieet. Ohuthieen koko on 25 mm x 75 mm. Tutkimukset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Ohuthietutkimus on akkreditoitu menetelmä. Ohuthieiden preparointi- ja tutkimusmenetelmä on esitetty standardeissa ASTM C856/C856M-20 ja NT Build 381. Kiviainekset on luokiteltu Betonin kiviainekset 2018, BY 43 mukaisesti. Ohuthieet tutkittiin Leica DM2700P-polarisaatio- ja fluoresenssimikroskoopilla.

Betonien kunto luokitellaan tutkimuksessa tarkasteltavien ominaisuuksien ja tekijöiden perusteella seuraavalla asteikolla:

- **Hyvä** - Ei vaurioitumisesta tai rapautumisesta johtuvaa halkeilua, ei sideaineen liukenemista, ei kiteytymiä huokosissa, betonin laatu hyvä
- **Tyydyttävä** – Pakkasrasituksen tai muun tekijän aiheuttamaa alkavaa/lievää säröilyä, sideainetta on liennut, jonkin verran kiteytymiä huokosissa ja/tai säröissä, betonin laatu melko huono, betonin karbonatisoituminen kohtalaisen voimakasta
- **Välttävä** - Kohtalaista pakkasrasituksesta tai muista tekijöistä aiheutuvaa halkeilua, runsasta kiteytymistä huokosissa ja/tai halkeamissa, betonin laatu erittäin huono, betonin karbonatisoituminen voimakasta

- **Heikko** - Voimakasta pakkashalkeilua tai muista tekijöistä johtuvaa voimakasta halkeilua, runsasta kiteytymistä huokosissa ja halkeamissa, betoni on voimakkaasti rapautunutta.

3 Tulokset

Näyte AP2, uima-altaan pohja, yp

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen yläpinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poraliierön pituus oli 105 mm, läpiporattu. Poraliierö on katkennut poratessa oikaisulaastin ja runkobetonin välistä rajaa myötäillen (noin 35 mm:n syvyydellä rakenteen yläpinnasta) ja liimattu yhteen ohuthiepreparointia varten. Ohuthieessä on rakenteen yläpinnasta alkaen lueteltuina seuraavat materiaalikerrokset:

- Keraaminen laatta, \approx 9–10 mm
- Kiinnityslaasti, \approx noin 3 mm
- Oikaisulaasti, \approx noin 25 mm
- Runkobetonia, ohuthieessä noin 37 mm

Kiinnityslaasti on huokostettua sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Laastin huokosissa on melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Laasti ei ole karbonatisoitunut. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin välinen tartunta on tiivis. Kiinnitys- ja oikaisulaastien välinen tartunta on tiivis.

Oikaisulaasti on melko homogeenista, mutta harvaa johtuen kohtalaisen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Vesi-sideainesuhde on kuitenkin pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa, jonka maksimiraekoko on 4 mm. Laasti on seosaineetonta ja sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Laasti ei ole karbonatisoitunut yläpinnasta. Karbonatisoituminen on edennyt 0–5 mm:n syvyydelle laastin *alapinnasta* (katkeamiskohta).

Laastissa on kohtalaisen runsaasti tiivistyshuokosilmaa. Huokosissa on paikoitellen melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Laastissa ei ole kutistumasäröilyä. Keraamisessa laatussa, kiinnityslaastissa tai oikaisulaastin ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Runkobetoni on melko homogeenista, mutta laastimaista ja erittäin harvaa johtuen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa ja sideainetta on paikoitellen vähän.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) ja vähän gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniitti ja gneissi) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 4 mm ja raemuoto on osittain pyörästynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartssia ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % killemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu AKR:ää.

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomaista suurempi. Sideaine on seosaineetonta portlandsementtiä. Betonin vesi-sideainesuhde on arviolta pieni ja sementin hydrataatioaste on matala. Betoni on karbonatisoitunut 0–1 mm:n syvyydelle runkobetonin *yläpinnasta* (katkeamiskohta).

Betonin huokosissa on paikoitellen melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Betonissa ei ole kutistumasäröilyä.

Näyte AP3, uima-altaan pohja, yp

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen yläpinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralierion pituus oli 152 mm, katkaistu. Poralieriö on katkennut poratessa oikaisulaastin ja runkobetonin välistä rajaa myötäillen (noin 58 mm:n syvyydellä rakenteen yläpinnasta) ja liimattu yhteen ohuthiepreparointia varten. Ohuthieessä on rakenteen yläpinnasta alkaen lueteltuina seuraavat materiaalikerrokset:

- Keraaminen laatta, \approx 8–9 mm
- Kiinnityslaasti, \approx 1–4 mm
- Oikaisulaasti, \approx noin 45 mm
- Runkobetonia, ohuthieessä noin 17 mm

Kiinnityslaasti on huokostettua sementtulaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Laastin huokosissa on melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Laasti ei ole karbonatisoitunut. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin välinen tartunta on pääosin tiivis. Kiinnitys- ja oikaisulaastien välinen tartunta on pääosin tiivis.

Oikaisulaasti on melko homogeenista, mutta harvaa, paikoitellen erittäin harvaa, johtuen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Sideainetta on paikoitellen vähän. Vesi-sideainesuhde on kuitenkin pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa, jonka maksimiraekoko on 5 mm. Laasti on seosaineetonta ja sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomaista suurempi. Laasti ei ole karbonatisoitunut yläpinnasta. Karbonatisoituminen on edennyt 0–1 mm:n syvyydelle laastin *alapinnasta* (katkeamiskohta).

Laastissa on runsaasti tiivistyshuokosilmaa. Huokosissa on paikoitellen runsaasti ettringiittikiteytymiä. Laastissa ei ole kutistumasäröilyä. Keraamisessa laatasta, kiinnityslaastista tai oikaisulaastista ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Runkobetoni on epähomogeenista, laastimaista ja melko harvaa johtuen kohtalaisen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatoitunutta). Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatoitunut graniitti) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 4 mm ja raemuoto on osittain pyörästynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartseja ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % killemineraaleja. Raekokajakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu AKR:ää.

Sideaine on seosaineetonta portlandsementtiä. Betonin vesi-sideainesuhde on melko suuri. Sementin hydrataatioaste on melko matala. Betoni on karbonatisoitunut noin 1 mm:n syvyydelle runkobetonin *yläpinnasta* (katkeamiskohta).

Betonin huokosissa on kohtalaisesti ettringiittikiteytymiä. Betonissa ei ole kutistumasäröilyä.

Näyte AS3, uima-altaan seinä, up

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen ulkopinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralierion pituus oli 128–140 mm, katkaistu. Ohuthieessä on rakenteen ulkopinnasta alkaen lueteltuna seuraavat materiaalikerrokset:

- Keraaminen laatta, \neq 9 mm
- Kiinnityslaasti, \neq 6 mm
- Oikaisulaasti, \neq noin 23 mm
- Ohut laastikerros \neq 1–3 mm
- Runkobetonia, ohuthieessä noin 35 mm

Kiinnityslaasti on huokostettua sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Laastin huokosissa on melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Laasti ei ole karbonatisoitunut. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin väliseen tartuntaan on kasautunut jonkin verran ilmaa. Kiinnitys- ja oikaisulaastien välinen tartunta on pääosin tiivis.

Oikaisulaasti on homogeenista, mutta suojahuokosten määrä on erittäin suuri. Vesi-sideainesuhde on melko pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa, jonka maksimirae koko on 3 mm. Laasti on seosaineetonta ja sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi. Laasti on karbonatisoitunut 2–3 mm:n syvyydelle oikaisulaastin ulkopinnasta. Laastin sisäpinta ei ole karbonatisoitunut.

Laasti on runsaasti huokostettua (yli 10 %). Huokosissa on paikoitellen runsaasti ettringiittikiteytymiä. Laastissa ei ole kutistumasäröilyä. Keraamisessa laatasta, kiinnityslaastista tai oikaisulaastista ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Oikaisulaastin ja runkobetonin välissä on **ohut laastikerros**, joka on mahdollisesti jäämä vanhasta oikaisulaastista. Oikaisulaasti ja ohuen laastikerroksen väliseen tartuntaan on kasautunut jonkin verran ilmaa. Ohuen laastikerroksen ja runkobetonin väliseen rajapintaan on kiteytyneenä runsaasti kalkkia.

Runkobetoni on homogeenista ja tiivistä.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) ja vähän gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniittia ja gneissia) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 13 mm ja raemuoto on osittain pyörästynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartssia ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % killemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu AKR:ää.

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Sideaine on seosaineetonta portlandsementtiä. Betonin vesi-sideainesuhde on pieni. Sementin hydrataatioaste on melko matala. Betoni on karbonatisoitunut alle 1 mm:n syvyydelle runkobetonin ulkopinnasta.

Betoni on huokostamatonta. Tiivistyshuokosia on vähän melko tasaisesti jakautuneena. Huokosissa on vähän ettringiitti- ja kalkkikiteytymiä runkobetonin ulkopinnan läheisyydessä.

Betonissa on koko alalla lievää kutistumasäröilyä ja kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä.

Näyte AS7, uima-altaan seinä, up

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen ulkopinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralierion pituus oli 112–115 mm, katkaistu. Ohuthieessä on rakenteen ulkopinnasta alkaen lueteltuna seuraavat materiaalikerrokset:

- Keraaminen laatta, \approx 6–7 mm
- Kiinnityslaasti, \approx 3–4 mm
- Useita tasoitekerroksia, \approx 5–6 mm
- Oikaisulaasti, \approx noin 10 mm
- Runkobetonia, ohuthieessä noin 50 mm

Kiinnityslaasti on huokostettua laastia, jonka laastihiekka on särmikästä kvartssia. Laastin huokosissa ei ole kiteytymiä. Laasti on läpikarbonatoitunut. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin välinen tartunta on avoin.

Kiinnityslaastin alla on **useita tasoitekerroksia** (6–7 kpl). Tasoitteet ovat läpikarbonatoituneet. Kiinnityslaastin alla on 2–3 kpl uudempaa tasoitekerrosta, joiden laastihiekka on särmikästä kvartssia. Näiden alla on lisäksi 3–4 kpl vanhaa tasoitekerrosta, joiden laastihiekka koostuu luonnonhiekasta ja kalkkikivestä. Uusien ja vanhojen tasoitteiden välinen tartunta on avoin ja tartunta oikaisulaastiin on osittain avoin.

Oikaisulaasti on homogeenista ja tiivistä (pieni vesi-sideainesuhde). Laastihiekkana on luonnonhiekkaa, jonka maksimiraekoko on 2 mm. Laasti on seosaineetonta ja sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista pienempi. Laasti on karbonatoitunut 1–4 mm:n syvyydelle ulkopinnasta ja pistemäisesti halkeamaa sekä isoja tiivistyshuokosia myötäillen läpi koko kerroksen. Laastin sisäpinta ei ole karbonatoitunut.

Laasti on kohtalaisen runsaasti (6–7 %) huokostettua. Tiivistyshuokokset ovat paikoitellen isokokoisia. Huokosissa on paikoitellen vähän–kohtalaisesti ettringiittikiteytymiä ja laastin ulkopinnan huokosissa on lisäksi vähän kalkkia. Ulkopinnassa on ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva kohtalainen halkeama, joka ulottuu läpi oikaisulaastikerroksen ja jatkuu runkobetoniin. Halkeama on pääosin kiviainesta kiertävä. Laastin ulkopinnassa on lisäksi epäjatkuvaa ulkopinnan suuntaista säröilyä ja halkeilua. Kutistumasäröilyä ei laastissa ole. Keraamisessa laastissa, kiinnityslaastissa tai oikaisulaastissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Runkobetoni on homogeenista ja pääosin tiivistä.

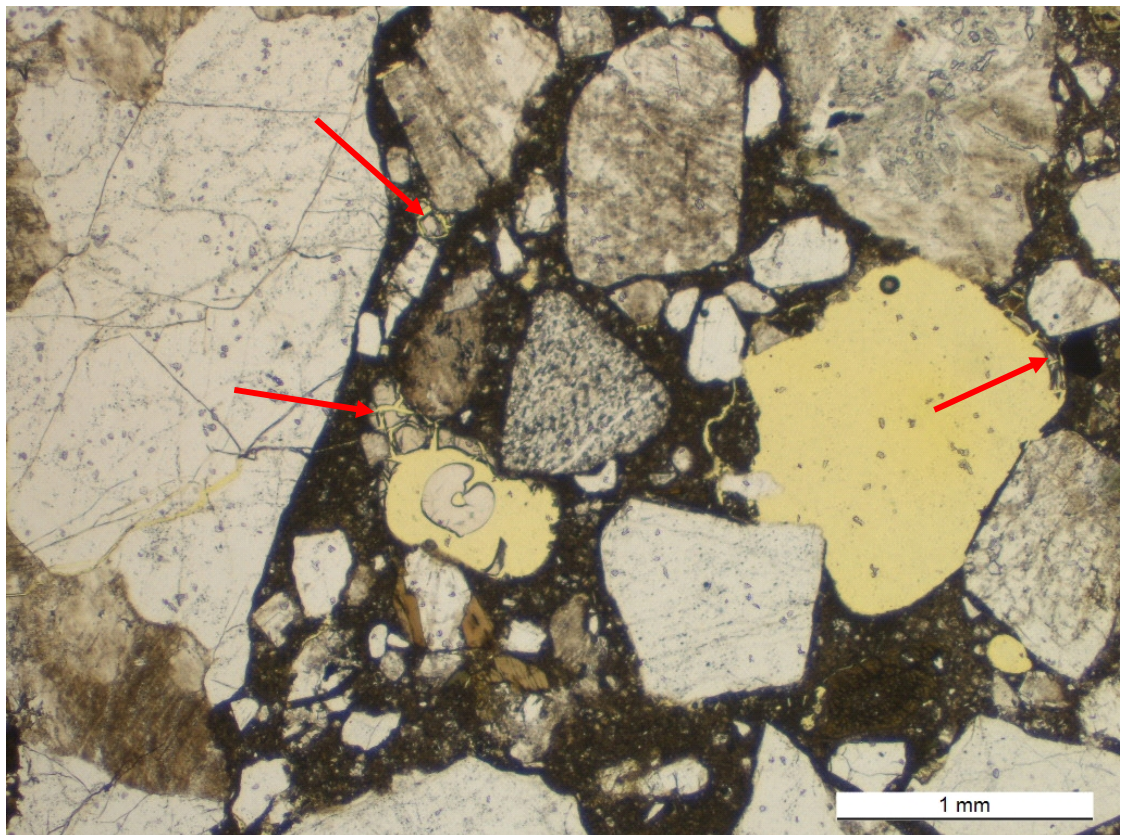
Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) sekä vähän tummaa liusketta ja gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniitti, tumma hienorakeinen liuske ja gneissi) on vähän. Suurin raekoko näytteessä on 10 mm ja raemuoto on osittain pyörästynyt. Hieno kiviaines on pääosin

kvartseja ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hie-
non kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % kiillemineraaleja. Raekokojakautuma on
jatkuva.

Betonissa todettiin kohtalainen AKR, joka ilmenee reaktiossa syntyvän AKR-geelin
kohtalaisena saostumisena neljään tiivistyshuokoseen (kuva 1) sekä kiviainesrakeiden
tartuntarajapintoihin. Betonissa on kaksi lievää-kohtalaista kiviainesrakeita rikkovaa
halkeamaa. Oikaisulaastin läpi ulottuva kohtisuora halkeama jatkuu runkobetonissa
noin 2 mm:n syvyydelle runkobetonin ulkopinnasta. Lisäksi betonissa on koko alalla
lievää kutistumasäröilyä ja kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä.

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Sideaine on seosaineetonta
portlandsementtiä. Betonin vesi-sideainesuhte on pieni ja paikoitellen suurehko. Se-
mentin hydrataatioaste on tavanomainen. Betoni on karbonatisoitunut alle 1 mm:n sy-
vyydelle runkobetonin ulkopinnasta.

Betoni on huokostamatonta. Tiivistyshuokosia on vähän melko tasaisesti jakautu-
neena. Huokosissa on kohtalaisesti ettringiittikiteitymiä runkobetonin ulkopinnan lähei-
syydessä.



Kuva 1. Näyte AS7, uima-altaan seinä. Runkobetonin mikrorakenne tasopolarisoidussa va-
lossa. Kiviaines näkyy vaaleina rakeina, sideainematriisi ruskeana ja huokokset keltaisena. Huo-
kosten reunamilla on vaalean harmaana näkyvää AKR:n aiheuttamaa AKR-geeliä (nuolet).

Näyte AS8, uima-altaan seinä, up

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen ulkopinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralieriön pituus oli 140–147 mm, katkaistu.

Betoni on rakenteeltaan hieman epähomogeenista johtuen vedenerottumisesta.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta). Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunut graniitti) on erittäin vähän. Kiviaineksen raemuoto on osittain pyörästynyt ja suurin raekoko on 14 mm. Hieno kiviaines on pääosin kvartssia ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % kiillemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Sideaine on portlandsementtiä, jossa on seosaineena vähän masuunikuonaa. Betonin vesi-sideainesuhde vaihtelee melko pienestä ja melko suureen. Sementin hydrataatioaste on melko matala. Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnasta 49–59 mm:n syvyydelle.

Betoni on huokostamatonta. Tiivistyshuokosia on vähän ja jakautuma on epätasainen. Tiivistyshuokokset ovat paikoitellen isokokoisia ja ne ovat kasautuneet kiviaineksen reunoille. Huokosissa ei ole kiteytymiä.

Betonissa on ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva halkeama, joka ulottuu noin 13 mm:n syvyydelle. Lisäksi betonissa on paikoitellen lievää kutistumasäröilyä.

Näyte LA4, lattia, yp

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen yläpinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralieriön pituus oli 140 mm, katkaistu. Poralieriö on katkennut poratessa oikaisulaastin ja runkobetonin välistä rajaa myötäillen (noin 45 mm:n syvyydellä rakenteen yläpinnasta) ja liimattu yhteen ohuthiepreparointia varten. Ohuthieessä on rakenteen yläpinnasta alkaen lueteltuina seuraavat materiaalikerrokset:

- Keraaminen laatta, \approx 7 mm
- Kiinnityslaasti, \approx noin 3 mm
- Oikaisulaasti, \approx noin 34 mm
- Jäämiä vedeneristeestä
- Runkobetonia, ohuthieessä noin 27 mm

Kiinnityslaasti on sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Laastin huokosissa on melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin tartuntarajapinnan huokosiin on saostuneena vähän AKR-geeliä (kuva 2). Kiinnityslaasti ei ole karbonatisoitunut. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin välinen tartunta on pääosin tiivis. Kiinnitys- ja oikaisulaastien välinen tartunta on avoin johtuen kasautuneesta tiivistysilmasta.

Oikaisulaasti on melko homogeenista, mutta harvaa johtuen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Vesi-sideainesuhde on kuitenkin pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa, jonka maksimiraekoko on 8 mm. Laasti on seosaineetonta ja sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi. Laasti ei ole karbonatisoitunut yläpinnasta. Karbonatisoituminen on edennyt 1–6 mm:n syvyydelle oikaisulaastin *alapinnasta* (katkeamiskohta).

Laastissa on runsaasti tiivistyshuokosilmaa. Huokosissa on melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Lisäksi laastin alapinnan huokosiin ja tyhjätiloihin on kiteytyneenä runsaasti kalkkia. Laastissa on paikoitellen lievää kutistumasäröilyä. Oikaisulaastissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

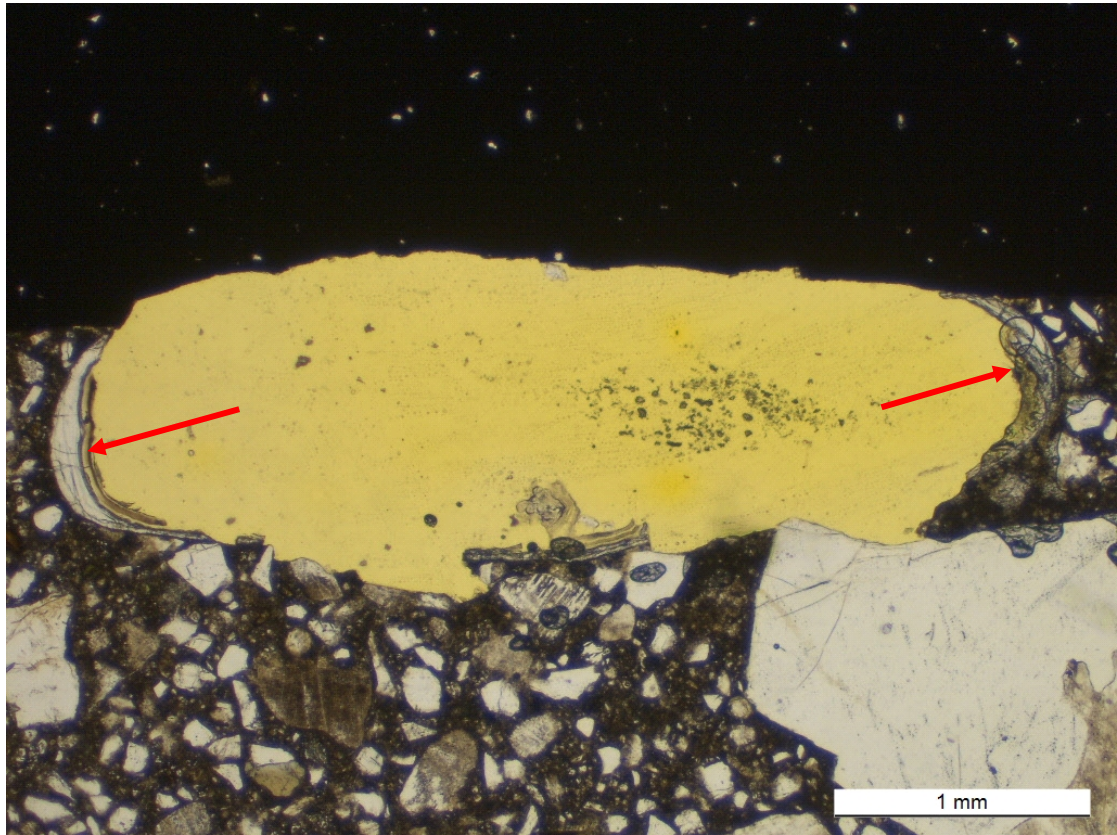
Oikaisulaastin ja runkobetonin välissä on **jäämiä vedeneristyskerroksesta**.

Runkobetoni on melko homogeenista, mutta hieman harvaa johtuen kohtalaisen suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä ja vähän gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (gneissi) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 4 mm ja raemuoto on osittain pyörästynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartseja ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % killemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu AKR:ää.

Sideaine on seosaineetonta portlandsementtiä. Betonin vesi-sideainesuhde vaihtelee melko pienestä melko suureen. Sementin hydrataatioaste on melko matala. Betoni on karbonatisoitunut noin 3 mm:n syvyydelle runkobetonin *yläpinnasta* (katkeamiskohta).

Betonin yläpinnan huokosissa on paikoitellen vähän ettringiittikiteytymiä. Betonissa ei ole kutistumasäröilyä.



Kuva 2. Näyte LA4, lattia. Kiinnityslaastin mikrorakenne tasopolarisoidussa valossa. Keraaminen laatta näkyy kuvassa mustana (kuvan yläosa), kiviaines näkyy vaaleina rakeina, sideainematriisi ruskeana ja huokokset keltaisena. Keraamisen laatan ja kiinnityslaastin väliseen huokosen reunamille on saostunut vaalean harmaana näkyvää AKR:n aiheuttamaa AKR-geeliä (nuolet).

Näyte P2, pilari, up

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen yläpinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralierion pituus oli 145–153 mm, katkaistu.

Betoni on melko epähomogeenista johtuen koko alalla esiintyvistä vedenerottumisista.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) ja vähän gneissiä. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniittia ja gneissiä) on vähän. Suurin raekoko näytteessä on 11 mm ja raemuoto on osittain pyörinyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartseja ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % kiillemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Sideaine on portlandsementtiä, jossa on seosaineena vähän masuunikuonaa. Betonin vesi-sideainesuhde

vaihtelee pienestä tavanomaiseen. Sementin hydrataatioaste on matala. Betoni on karbonatisoitunut yläpinnasta 22–27 mm:n syvyydelle.

Betoni on huokostamatonta. Tiivistyshuokosia on vähän melko tasaisesti jakautuneena. Huokosissa ei ole kiteytymiä.

Betonissa on paikoitellen lievää kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. Betonissa ei ole kutistumasäröilyä.

Näyte UA1, ulkoallas, up

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen ulkopinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralierion pituus oli 137–146 mm, katkaistu. Poralieriö on katkennut poratessa noin 65 mm:n syvyydellä rakenteen ulkopinnasta ja liimattu yhteen ohuthiepreparointia varten. Katkeamisen syytä ei ohuthienäytteestä voi arvioida.

Betonin ulkopinnassa on noin 3 mm:n paksuinen **epoksikerros**, jossa on pyöristynyttä kvartsihiekkää.

Betoni on rakenteeltaan melko homogeenista ja tiivistä, mutta karkeaa kiviainesta on vähän ja sitä esiintyy pääasiassa syvemmällä betonissa, alkaen noin 30 mm syvyydellä.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) sekä vähän tummaa liusketta ja gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniittiä, tumma hienorakeinen liuske ja gneissi) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 13 mm ja raemuoto on särmiästä–osittain pyöristynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartseja ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % kiillemineraaleja. Raekokojakautuma on jatkuva, mutta karkeaa kiviainesta on vähän. Betonissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi. Sideaine on portlandsementtiä, jossa on seosaineena jonkin verran kalkkikiveä. Betonin vesi-sideainesuhde on pieni. Sementin hydrataatioaste on melko korkea. Betoni on karbonatisoitunut yläpinnasta 1–3 mm:n syvyydelle. Katkeamiskohdan molemmin puolin betoni on karbonatisoitunut alle 1 mm:n syvyydelle.

Betoni on huokostettua. Suojahuokosten määrä on suuri (noin 7–8 %) ja jakautuma on tasainen. Tiivistyshuokosia on kohtalaisesti ja jakautuma on tasainen. Huokosissa on paikoitellen erittäin vähän ettringiittikiteytymiä.

Poralierion katkeamiskohdan tuntumassa, noin 63 mm:n syvyydellä betonin ulkopinnasta on lievä ulkopinnan suuntainen särö. Betonissa on myös ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva halkeama, joka ulottuu noin 14 mm:n syvyydelle. Lisäksi betonissa on paikoitellen lievää kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. Betonissa ei ole kutistumasäröilyä.

Näyte UA5, ulkoallas, up

Näytteestä tehtiin ohuthie rakenteen ulkopinnasta 75 mm:n syvyydelle. Poralierion pituus oli 140–147 mm, katkaistu.

Betonin ulkopinnassa on noin 3 mm:n paksuinen **epoksikerros**, jossa on pyöristynyttä kvartsihiekkää.

Betoni on rakenteeltaan homogeenista ja tiivistä.

Karkea kiviaines on rapautumatonta graniittista kiveä sekä gneissiä. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (gneissi) on erittäin vähän. Suurin raekoko näytteessä on 14 mm ja raemuoto on särmikäs–osittain pyöristynyt. Hieno kiviaines on pääosin kvartsia ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % killemineraaleja. Raekokajakautuma on jatkuva. Betonissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi. Sideaine on portlandsementtiä, jossa on seosaineena jonkin verran kalkkikiveä. Betonin vesisideainesuhde on pieni. Sementin hydrataatioaste on tavanomainen. Betoni on karbonatoitunut yläpinnasta 1–2 mm:n syvyydelle.

Betoni on huokostettua. Suojahuokosten määrä on kohtalainen (noin 5–6 %) ja jakautuma on tasainen. Tiivistyshuokosia on kohtalaisesti ja jakautuma on tasainen. Tiivistyshuokokset ovat paikoitellen isokokoisia. Huukosissa ei ole kiteytymiä.

Betonissa ei ole kutistumasäröilyä, eikä ulkopinnan suuntaisia pakkassäröjä tai -halkeamia ei todettu.

4 Tulosten tarkastelu

Betoneiden kunto luokiteltiin ohuthietutkimuksissa tarkasteltujen tekijöiden ja ominaisuuksien puolesta asteikolla **hyvä-tydyttävä-välttävä-heikko**.

Jos luokittelutulos on hyvä, ei luettelossa ole esitetty luokittelun perusteluja. Keskeiset tutkimustulokset on esitetty luokittelun jälkeen.

- **Näyte AP2, uima-altaan pohja, yp**
 - oikaisulaasti: **tydyttävä** (harvaa, melko runsaasti ettringiittiä)
 - ja runkobetoni: **tydyttävä** (laastimainen, erittäin harvaa, kohtalaisesti ettringiittiä)
- **Näyte AP3, uima-altaan pohja, yp**
 - oikaisulaasti: **tydyttävä** (harvaa - paikoitellen erittäin harvaa, paikoitellen runsaasti ettringiittiä)
 - runkobetoni: **tydyttävä** (epähomogeeninen, laastimainen, melko harvaa, kohtalaisesti ettringiittiä)

- **Näyte AS3, uima-altaan seinä, up**
 - oikaisulaasti: **tyytyttävä** (erittäin runsas suojahuokostus, paikoitellen runsaasti ettringiittiä)
 - runkobetoni: **hyvä**
- **Näyte AS7, uima-altaan seinä, up**
 - oikaisulaasti: **tyytyttävä** (läpi rakenteen ulottuva kohtalainen halkeama, pistemäisesti läpikarbonatisoitunut, paikoitellen vähän–kohtalaisesti ettringiittiä / kalkkia)
 - runkobetoni: **tyytyttävän alarajalla** (kohtalainen AKR¹), kohtalaisesti ettringiittiä)
- **Näyte AS8, uima-altaan seinä, up**
 - **tyytyttävä** (hieman epähomogeeninen, vedenerottumista, tavanomaista voimakkaampi karbonatisoituminen)
- **Näyte LA4, lattia, yp**
 - oikaisulaasti: **tyytyttävä** (harvaa, melko runsaasti ettringiittiä / kalkkia)
 - runkobetoni: **tyytyttävä** (hieman harvaa, paikoitellen vähän ettringiittiä)
- **Näyte P2, pilari, up**
 - **tyytyttävä** (melko epähomogeenista, vedenerottumista)
- **Näyte UA1, ulkoallas, up**
 - **hyvä**²⁾
- **Näyte UA5, ulkoallas, up**
 - **hyvä**

¹⁾ AKR = alkali-kiviainesreaktio, kuvattu myöhemmin tekstissä

²⁾ arviossa ei huomioitu, että näyte on katkennut. Katkeamisen syytä ei ohuthienäytteestä voi arvioida. Jos katkeamisten syy on pakkasvauriosta syntynyt särö tai halkeama, putoaa luokitus tasolle tyydyttävä.

Yleistä näytteistä

Tutkittujen näytteiden karkea kiviaines on pääasiassa graniittista kiveä (pieni osa deformatunutta) ja vähän gneissia. Potentiaalisesti alkalireaktiivista kiviainesta (deformatunutta graniittiä ja gneissia) on näytteissä pääasiassa erittäin vähän. Hieno kiviaines on pääosin kvartseja ja maasälpää sekä silikaattimineraaleista koostuvia kivilajifragmentteja. Hienon kiviaineksen joukossa on vähän, alle 1 % kiillemineraaleja. Raekokojakautumat ovat jatkuvia.

Suurin osa betoninäytteiden sideaineesta on seosaineetonta portlandsementtiä, lukuun ottamatta näytteitä AS8 ja P2, joissa on seosaineena vähän masuunikuonaa.

Myös ulkoaltaan betoninäytteiden UA1 ja UA5 sideaineessa on seosaineena jonkin verran kalkkikivijauhetta. Sementin hydrataatioaste on pääasiassa matala–melko matala. Näytteen AS7 runkobetonin ja ulkoaltaan näytteiden UA1 ja UA5 hydrataatioasteet ovat tavanomaisia–melko korkeita.

Uima-altaan pohjan näytteet ja lattianäyte (AP2, AP3 ja LA4)

Uima-altaan pohjan näytteissä ja lattianäytteessä on yläpinnassa keraaminen laatta, kiinnityslaasti, oikaisulaasti ja runkobetonia (lattianäytteessä LA4 on lisäksi jäämiä vedeneristeestä). Kiinnityslaastit ovat sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Lattianäytteen LA4 keraamisen laatan ja kiinnityslaastin tartuntarajapinnan huokosiin on saostuneena vähän AKR-geeliä. Uima-altaan pohjan näytteissä ja lattianäytteen muissa materiaalikerroksissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota (AKR).

Oikaisulaastit ovat melko homogeenisia, mutta harvoja johtuen kohtalaisesta–suuresta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Näytteen AP3 oikaisulaasti on paikoitellen erittäin harvaa ja sideainetta on paikoitellen vähän. Laastien vesi-sideainesuhde on kuitenkin pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa. Laastit ovat seosaineettomia ja sementtikiven määrä on tavanomainen näytteessä AP2 ja tavanomaista suurempi näytteissä AP3 ja LA4.

Laastien huokosissa on paikoitellen melko runsaasti–runsaasti ettringiittikiteytymiä. Lisäksi näytteen LA4 laastin alapinnan huokosiin ja tyhjätiloihin on kiteytyneenä runsaasti kalkkia. Näytteiden AP2 ja AP3 laasteissa ei ole kutistumasäröilyä. Näytteessä LA4 on paikoitellen lievää kutistumasäröilyä.

Runkobetonit näytteissä AP2 ja AP3 ovat rakenteeltaan laastimaisia. Näytteiden AP2 ja LA4 betonit ovat rakenteeltaan melko homogeenisia, mutta harvoja (LA4 hieman harvaa ja AP2 erittäin harvaa) johtuen suuresta–kohtalaisesta määrästä tiivistyshuokosilmaa. Näytteessä AP2 sideainetta on paikoitellen vähän. Näytteen AP3 runkobetoni on epähomogeenista ja melko harvaa johtuen kohtalaisen suuresta tiivistyshuokosilmamäärästä.

Näytteen AP3 runkobetonin sementtikiven määrä on tavanomainen. Betonin vesi-sideainesuhde on näytteessä AP2 arviolta pieni ja näytteessä AP3 melko suuri. Näytteen LA4 vesi-sideainesuhde vaihtelee melko pienestä melko suureen.

Näytteiden AP2 ja AP3 huokosissa on paikoitellen kohtalaisesti–melko runsaasti ettringiittikiteytymiä. Näytteen LA4 betonin yläpinnan huokosissa on paikoitellen vähän ettringiittiä. Betoneissa ei ole kutistumasäröilyä.

Uima-altaan seinien näytteet (AS3, AS7 ja AS8)

Uima-altaan seinien näytteiden AS3 ja AS7 ulkopinnassa on keraaminen laatta, kiinnityslaasti (näytteessä AS7 lisäksi useita tasoitekerroksia), oikaisulaastia ja runkobetonia. Näyte AS8 koostuu ainoastaan betonista. Näytteen AS7 runkobetonissa todettiin kohtalainen AKR. Muissa uima-altaan seinien näytteissä ei todettu AKR:ta.

Näytteiden AS3 kiinnityslaasti on huokostettua sementtilaastia, jonka laastihiekka on luonnonhiekkaa. Näytteen AS7 kiinnityslaasti on huokostettua laastia, jonka laastihiekka on särmikästä kvartsiä. Kiinnityslaastin alla on useita tasoitekerroksia.

Oikaisulaasti näytteessä AS3 on homogeenista, mutta suojuhuokosten määrä on erittäin suuri. Näytteen AS7 oikaisulaasti on homogeenista ja tiivistä. Vesi-sideainesuhde on melko pieni–pieni. Laastihiekkana on luonnonhiekkaa. Laastit ovat seosaineettomia ja sementtikiven määrä (pasta-%) on näytteessä AS3 hieman tavanomaista suurempi ja näytteessä AS7 hieman tavanomaista pienempi.

Oikaisulaastit ovat kohtalaisen runsaasti–runsaasti huokostettuja. Suojuhuokosia on näytteessä AS3 erittäin paljon ja näytteessä AS7 kohtalaisen paljon. Näytteen AS7 laastissa tiivistyshuokokset ovat paikoitellen isokokoisia. AS3 huokosissa on paikoitellen runsaasti ettringiittikiteytyksiä. Näytteen AS7 huokosissa on paikoitellen vähän–kohtalaisesti ettringiittikiteytyksiä ja ulkopinnan huokosissa on lisäksi vähän kalkkia.

Laasteissa ei ole kutistumasäröilyä. Näytteen AS7 ulkopinnassa on ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva kohtalainen halkeama, joka ulottuu läpi oikaisulaastikerroksen ja jatkuu runkobetoniin. Laasti on karbonatisoitunut pistemäisesti halkeamaa sekä isoja tiivistyshuokosia myötäillen läpi koko kerroksen. Laastin ulkopinnassa on lisäksi epäjatkuvaa ulkopinnan suuntaista säröilyä ja halkeilua.

Näytteen AS3 oikaisulaastin ja runkobetonin välissä on ohut laastikerros, joka on mahdollisesti jäämä vanhasta oikaisulaastista.

Runkobetonit näytteissä AS3 ja AS7 ovat homogeenisia ja pääosin tiiviitä. Näytteen AS8 betoni on rakenteeltaan hieman epähomogeenista johtuen vedenerottumisesta.

Näytteen AS7 runkobetonissa todettiin kohtalainen AKR, joka ilmenee reaktiossa syntyvän AKR-geelin kohtalaisena saostumisena neljään tiivistyshuokoseen sekä kiviainesrakeiden tartuntarajapintoihin. Betonissa on kaksi lievää–kohtalaista kiviainesrakeita rikkovaa halkeamaa.

Betonien sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Betonien vesi-sideainesuhde on pieni näytteessä AS3 ja se vaihtelee näytteissä AS7 ja AS8 pienestä melko suureen. Näytteen AS8 ulkopinnan karbonatisoituminen on ollut tavanomaista voimakkaampaa (49–59 mm).

Runkobetonit ja AS8 betoni ovat huokostamattomia. Tiivistyshuokosia on vähän ja jakautuma on melko tasainen näytteissä AS3 ja AS7, ja epätasainen näytteessä AS8. Näytteen AS3 ja AS7 huokosissa on vähän / kohtalaisesti ettringiittikiteytyksiä runkobetonien ulkopinnan läheisyydessä. Näytteessä AS3 on lisäksi kalkkikiteytyksiä. Näytteen AS8 betonin huokosissa ei ole kiteytyksiä.

AS3 ja AS7 runkobetoneissa on koko alalla lievää kutistumasäröilyä ja kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. AS8 betonissa on ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva halkeama ja lisäksi paikoitellen lievää kutistumasäröilyä.

Pilarinäyte (P2)

Pilarin betoni on melko epähomogeenista johtuen vedenerottumisesta. Betonissa ei todettu AKR:ta. Betoni on huokostamaton ja tiivistyshuokosia on vähän melko tasaisesti jakautuneena. Huokosissa ei ole kiteytymiä.

Betonin sementtikiven määrä (pasta-%) on tavanomainen. Vesi-sideainesuhde vaihtelee pienestä tavanomaiseen. Betonissa on paikoitellen lievää kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. Kutistumasäröilyä ei näytteessä ole.

Ulkoallasnäytteet (UA1 ja UA5)

Ulkoaltaan näytteiden ulkopinnassa on epoksikerros. Betonit ovat rakenteeltaan melko homogeenisia / homogeenisia ja tiiviitä, mutta näytteen UA1 betonissa karkeaa kiviainesta on vähän ja se on epätasaisesti jakautunut. Betoneissa ei todettu AKR:ta.

Betonien sementtikiven määrä (pasta-%) on hieman tavanomaista suurempi. Vesi-sideainesuhde on pieni.

Betonit ovat huokostettuja. Suojahuokosten määrä näytteessä UA1 on suuri (noin 7–8 %) ja näytteessä UA5 kohtalainen (noin 5–6 %). Tiivistyshuokosia on kohtalaisesti ja ne ovat näytteessä UA5 paikoitellen isokokoisia. Huokosten jakautuma on tasainen. Näytteen UA1 huokosissa on paikoitellen erittäin vähän ettringiittikiteytymiä. Näytteen UA5 huokosissa ei ole kiteytymiä.

Näytteen UA1 katkeamiskohtien tuntumassa on lievä ulkopinnan suuntainen särö ja betonissa on myös ulkopintaa vasten kohtisuorassa oleva halkeama. Lisäksi betonissa on paikoitellen lievää kiviainesrakeiden tartuntasäröilyä. Betoneissa ei ole kutistumasäröilyä.

Alkalikiviainesreaktiosta yleisesti

Alkalikiviainesreaktio (AKR) on reaktio, jossa kiviaineksen kvartsi reagoi betonin huokosveden alkalien kanssa. Mitä hienojakoisempaa (mineraaliraekooltaan hienompaa) ja deformatiivempaa kvartsi on, sitä reaktiivisempaa se yleensä on.

AKR:n muodostuminen edellyttää, että betonissa on tietty / riittävä alkalisuus, betoni saa kosteutta ja betonissa on reagoitiherkkää kiviainesta. Lämpö lisää reaktion nopeutta. Lämpimiä ja kosteita paikkoja ovat esim. uimahallit sekä eräät teollisuuslaitokset. Myös ulkopuolinen alkaliastutus (esim. maantiesuolat, lipeä) lisäävät AKR-riskiä.

Suomalaisista kiviaineksista on käytännössä todettu alkalireaktiivisuudeltaan herkimiksi erittäin hienorakeisten (mineraalien raekoko alle 100 µm) liuskeiden kvartsi ja joidenkin myloniittisten ja deformatiivisten kivien kvartsi sekä erittäin hienorakeisten metavulkaniittien kvartsi. Valtaosa Suomessa todetuista alkalireaktiotapauksista liittyy em. kiviaineksiin. Toisinaan alkalireaktiota (kiviainesten alkali-kiviainesreaktiota vastaava reaktio) tavataan myös keraamisten laattojen yhteydessä, niiden reagoidessa betonista imeytyneiden alkalien kanssa.

AKR:n etenemistä on vaikea ennustaa. Tämä perustuu siihen, että reaktio edellyttää toteutuakseen tietyn alkalitason, tietyn reaktioherkkyyden omaavan kiviaineksen ja tietyn kosteustason. Jos yksikin tekijöistä muuttuu, se vaikuttaa hidastavasti tai pysäyttävästi reaktioon. Esim. jos betonin kosteustaso laskee alle 80 – 85 % RH, käynnistynyt AKR pysähtyy tai vielä käynnistymätön AKR ei käynnisty. AKR:n seurauksena betoniin syntyy halkeilua reagoineisiin kivirakeisiin ja ympäröivään sementtikiveen. Reaktiossa syntyvä geeli saostuu huokosiin ja halkeamiin ja aiheuttaa paisuntaa, joka voi edelleen aiheuttaa muodonmuutoksia ja paisuttaa ja rikkoa betonia.

On huomioitava, että yleiseurooppalaista alkalireaktiivisuuden normia (EN-standardi) tai ohjetta ei ole, vaan jokaisella maalla on toistaiseksi omat norminsa / ohjeensa. Suomen kiviainesohjeessa *By43 Betonin kiviainekset* vuodelta 2018 todetaan, että alkali-reaktiivisuus testataan "tarvittaessa". Ohje ei ole varsinainen AKR-ohje, eikä siinä aseteta vaatimuksia. Suomen Betoniyhdistys on julkaissut 29.6.2021 Suomen kansallisen AKR-ohjeen nimeltä *Päivittyvä ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi*.

Espoossa 17.9.2021



Maria Niskanen, FM
Asiantuntija



Hannu Pyy, TkL
Erityisasiantuntija

Vahanen Rakennusfysiikka Oy, Laboratorio on FINAS – akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T328, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin piiriin kuuluvat petrografinen ohuthieanalyysi ja betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohuthieistä.

Tämän asiakirjan osittainen kopiointi on kielletty ilman Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n kirjallista lupaa. Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratorio ei vastaa tilaajan toimittamien tietojen oikeellisuudesta.

Asiakas: Kouvolan kaupunki
Projekti: LAFY339 / 03

Tilaus: 11.8.2021

Tekijä: Vahanen Rakennusfysiikka Oy, Linnoitustie 5, 02600 Espoo
Jere Pylkkänen, Puh: 044 7788 644, jere.pylkkanen@vahanen.com

SFS-EN 12504-1:2019 Betonin testaus rakenteista. Osa 1: Poratut koekappaleet

Kohde: Kuusankosken uimahalli
Näytteiden toimitus: Tilaaja toimitti 10 kpl poralieriöitä laboratorioon 11.8.2021.
Koekappaleiden tiedot: ks. taulukko 1
Porauspäivämäärä: -
Testauspäivä: 9.9.2021

Toimenpiteet laboratoriossa ja testaus

Poralieriöt olivat saapuessa vailla kosteuden haihtumista estävää suojausta. Poralieriöitä säilytettiin ennen käsittelyä laboratorio-olosuhteissa 20 ± 5 °C.

Poralieriöistä sahattiin koekappaleet ja niiden päädyt hiottiin siten, että korkeuden ja halkaisijan suhde oli 1:1 standardin SFS-EN 12390-1:2013 mukaisesti.

Koekappaleita säilytettiin sahauksen ja hionnan jälkeen laboratorio-olosuhteissa 16-24 tuntia ennen koestusta standardin SFS-EN 12504-1:2019 mukaisesti.

Koekappaleiden tiheydet määritettiin standardin SFS-EN 12390-7:2019 mukaisesti toimitustilassa käyttäen koekappaleen massan ja mittojen mitattuja arvoja. Halkaisijaltaan < 100 mm koekappaleiden koko on kuitenkin standardin vaatimusta pienempi, joten tiheysmäärittäminen tulos on suuntaa antava.

Koekappaleiden pinnalta mitattuna betonin kiviaineksen maksimiraekoko oli 16 mm.

Puristuslujuudet määritettiin standardin SFS-EN 12390-3:2019 mukaisesti. Puristuslujuuden testaus suoritettiin Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratorion Form + Test Alpha 3-3000 AR -laitteella.

Testaustulokset näytteistä on esitetty taulukossa 1.

Mahdolliset poikkeamat standardimenetelmästä tai poikkeamat koekappaleissa:

Koekappaleiden pienen testaus pinta-alan vuoksi koestuksessa käytettiin lisäniveltä.

Koekappaleen AP7 halkaisija ei täyttänyt kiviaineksen suurimman raekoon määrittäystä (= halkaisija vähintään 3 x maksimiraekoko).

Koekappaleille koestuksessa mitattu murtokuorma on alle koestuslaitteiston määritetyn mittausalueen alarajan (200 kN). Näin ollen lujuudet ovat vain suuntaa antavia.

Koekappaleiden suorakulmaisuus täyttyi ainoastaan näytteiden LA3 ja AP4 osalta.

Tulokset

Taulukko 1. Koekappaleiden puristuslujuudet.

| tunnus | a) mitat, muoto (mm) | tiheys (kg/m ³) | murtokuorma (kN) | lujuus (MPa) |
|--------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| LA3 | L 45x45 | 2100 | 38,4 | 24,1 |
| AP4 | L 45x46 | 2080 | 44,8 | 28,2 |
| AP5 | L 45x46 | 2100 | 63,7 | 40,1 |
| AP7 | L 45x44 | 2370 | 132,9 | 83,6 |
| AS2 | L 45x46 | 2260 | 120,7 | 75,9 |
| AS5 | L 45x46 | 2130 | 68,3 | 43,3 |
| AS9 | L 45x46 | 2320 | 66,4 | 41,7 |
| P1 | L 45x47 | 2300 | 75,9 | 47,7 |
| UA2 | L 45x47 | 2350 | 102,8 | 64,6 |
| UA4 | L 45x47 | 2240 | 89,6 | 56,3 |

a) Mitat: Lieriönäytteissä (L) Ø x h.

Espoossa 14.9.2021

Vahanen Rakennusfysiikka Oy



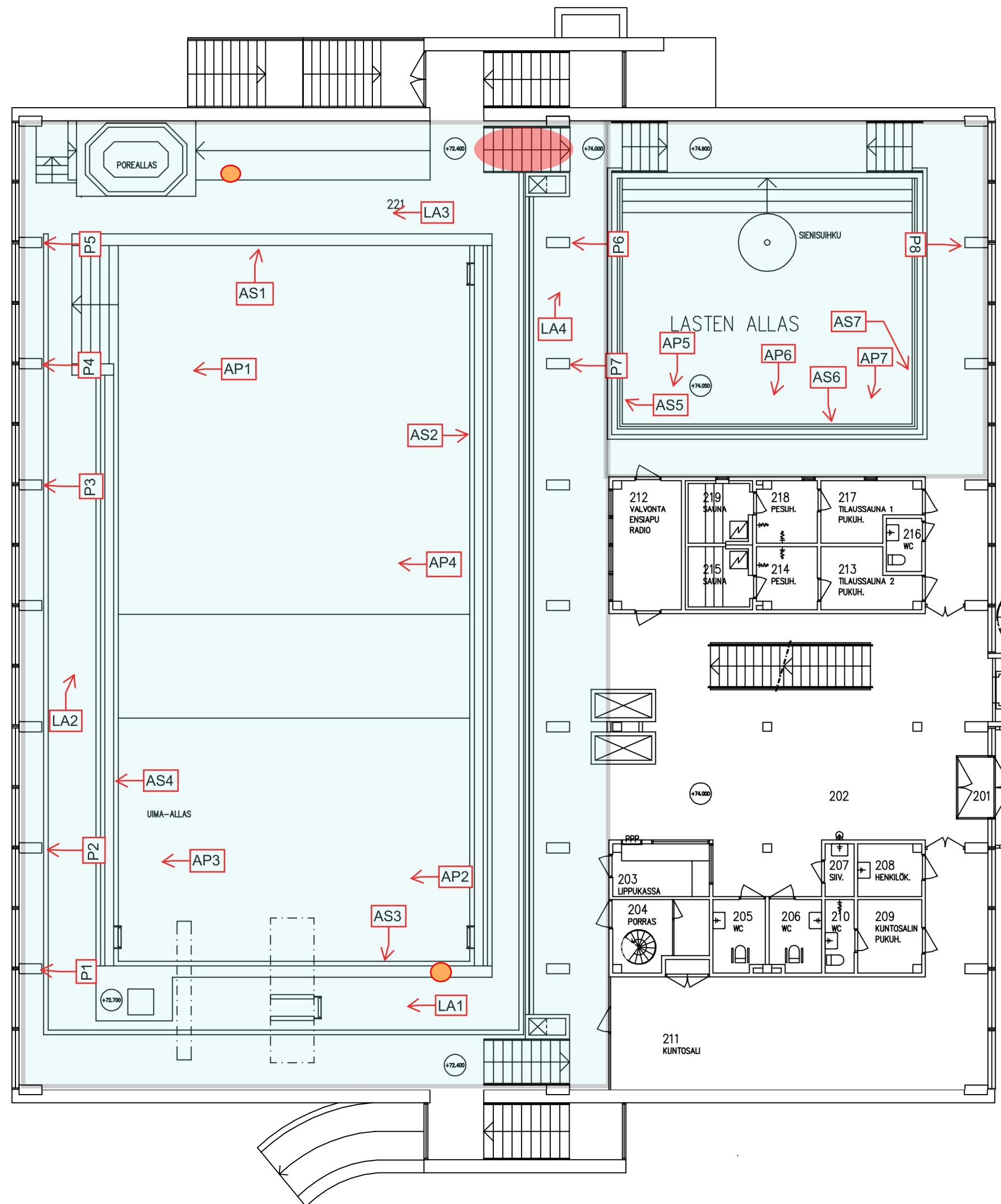
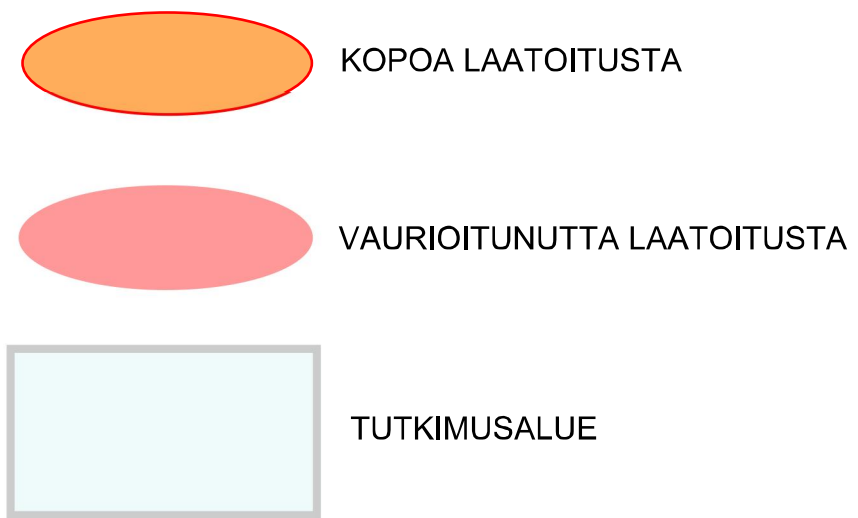
Jere Pylkkänen
Laborantti



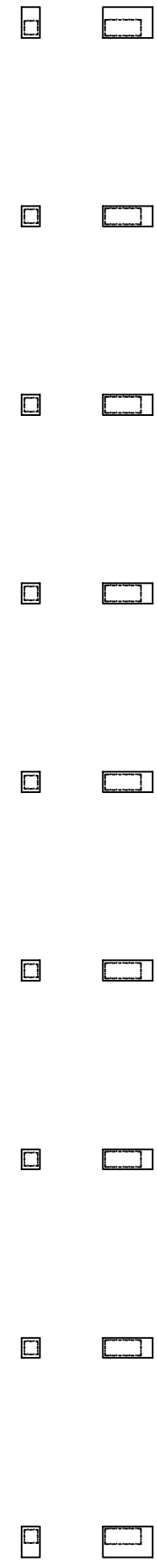
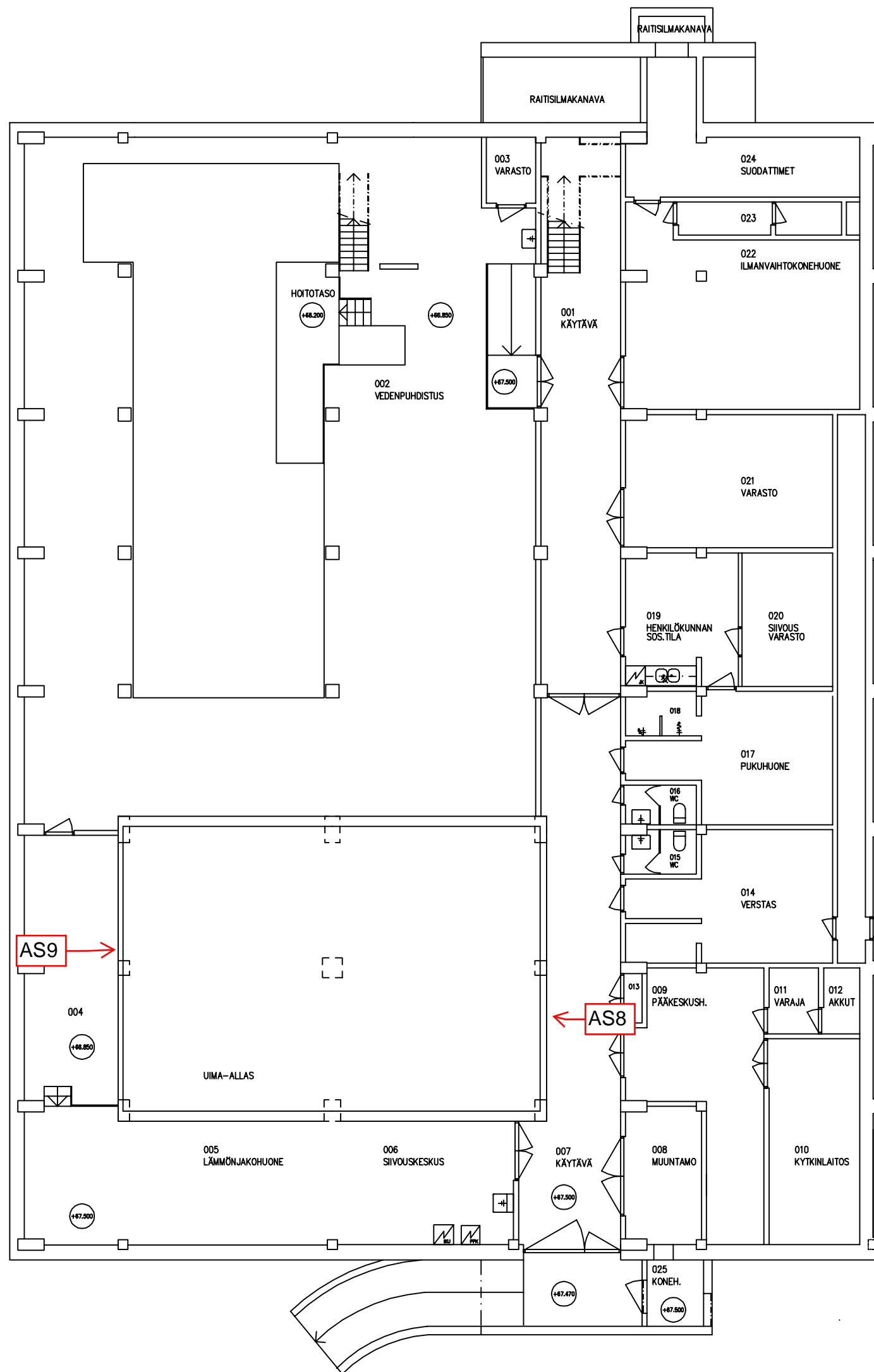
Mika Oikari
Vanhempi asiantuntija

Tulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Tämän asiakirjan osittainen kopiointi on kielletty ilman Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n kirjallista lupaa.



KUUSANKOSKEN UIMAHALLI
 SISÄÄNTULO- JA ALLASTASO (1. KERROS)
 UIMAHALLINTIE 8
 45700 KUUSANKOSKI
 KIINT.TUNNUS 286-21-165-2-1



KUUSANKOSKEN UIMAHALLI
 TEKNIKKATASO (KELLARIKERROS)
 UIMAHALLINTIE 8
 45700 KUUSANKOSKI
 KIINT.TUNNUS 286-21-165-2-1